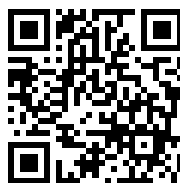

This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google[™] books

<https://books.google.com>





A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

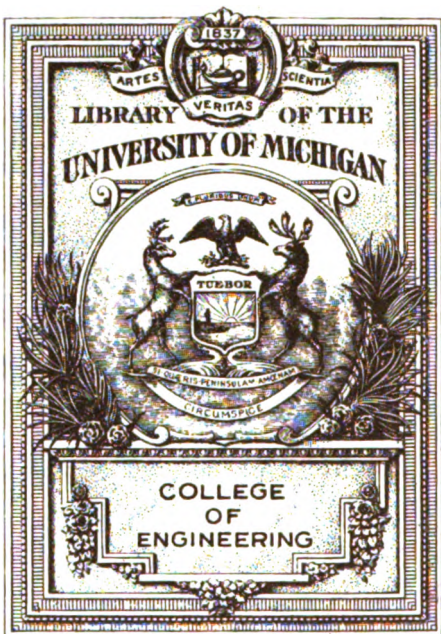
À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>

B

384029

DUPL



HE
6005
.A61

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

X^e ANNÉE — N^o 1, 1921.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **16** francs. — ÉTRANGER : **18** francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSÉE-D'ANTIN, PARIS (IX^e).

Stich.
Eng.
6-6-1923

COMMISSION DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux Annales sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes*.

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris, VII^e.

Membres de la Commission :

M. DENNERY, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président*.

M. A. BLONDEL, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées,

Le Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes,

M. LORAIN, Directeur de l'Exploitation Téléphonique, Professeur à l'École Supérieure,

M. FERRIÈRE, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine, Professeur à l'École Supérieure,

M. MAUREAU, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes, Professeur à l'École Supérieure,

M. AUGIER, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes,

M. PAILLON, Directeur des Postes et Télégraphes,

M. SAUNIER, Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres*.

MM. TAFFIN, Directeur des Postes et Télégraphes, REYNAUD-BONIN, Ingénieur des Postes et Télégraphes, et CAUCHIE, Inspecteur des Postes et Télégraphes, *Secrétaires*.

M. LAVOIGNAT, contrôleur des Postes et Télégraphes, *Secrétaire-adjoint*.

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.



ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

X^e ANNÉE — N° 1, 1921.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **16** francs. — ÉTRANGER : **18** francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)



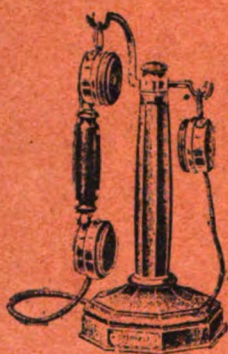
ANCIENNE MAISON EURIEULT

PORCELAINES
et
APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES
GRAMMONT

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 5.000.000 DE FRANCS

Siège social : 10, rue d'Uzès. PARIS

SERVICES COMMERCIAUX ET MAGASINS : 123, rue de Grenelle, PARIS



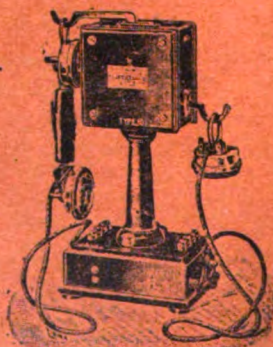
TOUS POSTES

muraux et mobiles
à batterie centrale
et batterie locale

TABLEAUX ET CLASSEURS

POSTES MURAUX ET MOBILES
A BATTERIE LOCALE, AVEC APPEL
MAGNÉTIQUE

Boîtes de coupure
pour
batterie centrale et batterie locale.



CATALOGUE SUR DEMANDE

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Rapport de mission aux États-Unis (Téléphonie automatique et à grande distance, etc.) de Sir William NOBLE, Ingénieur en Chef du Post Office britannique (1920).....	9
La production des courants à haute fréquence par dynamos électriques, par M. Marius LATOUR.....	32
Protection des câbles téléphoniques souterrains contre les lignes de tramways électriques, par M. REYNAUD, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	60
Les relais téléphoniques de la Western Electric Cy, par M. G. VALENSI, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	63
Étude de ligne postale aérienne par M. DELFIEU, rédacteur des Postes et Télégraphes.....	102
Principes généraux d'administration par M. WILBOIS, Directeur de l'École Nouvelle d'administration et d'affaires.....	117

..

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Service fourni par les piles à liquide immobilisé, petit modèle...	126
Sur des essais par l'Administration française, de téléphonie multiple par des courants de haute fréquence.....	128

..

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Tableau commutateur multiple destiné au bureau central téléphonique de Douai.....	129
---	-----

..

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Périodiques en langue française.

Fonctionnement de la sonnerie électrique. — Expérience de cours.....	132
--	-----

426682



Périodiques en langues étrangères.

Les équations des lampes à vide.....	133
Mesure des principaux paramètres d'une lampe à trois électrodes.....	139
Diagrammes vectoriels de quelques circuits oscillants comprenant des tubes à vide.....	144
Le Kallirotron.....	148
Le service téléphonique à conversations taxées.....	156
Les communications télégraphiques transatlantiques pendant la guerre mondiale.....	162
Localisation des défauts sur les lignes souterraines.....	172



INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Participation de l'Administration des postes et télégraphes aux emprunts de la Défense nationale.....	176
Câbles téléphoniques à conducteurs en aluminium.....	177
Pupin a permis d'économiser des millions.....	182
Service radiotélégraphique rapide avec la Prusse orientale.....	183
Câble téléphonique suédois.....	183
Le trafic téléphonique aux États-Unis.....	184
Construction du nouveau réseau téléphonique urbain de Venise...	184
La façon de téléphoner.....	185
La préservation des poteaux.....	185
Un progrès en radiotélégraphie.....	186
Premier bureau central radiotéléphonique aux États-Unis.....	187
Réception linguale des signaux radiotélégraphiques.....	187
Lignes détruites à la suite de verglas.....	188
Réfection du réseau téléphonique interurbain anglais.....	188
Hommage rendu par Pupin à l'Ingénieur des Télégraphes français Vaschy.....	188



BIBLIOGRAPHIE.....	190
--------------------	-----

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES (1)

Pour acquérir les volumes indiqués ci-après, prière de s'adresser directement aux éditeurs mentionnés à la fin de chaque paragraphe.

Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. LORAIN, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (4^e édition. 1916). — 2 vol. Prix : 6 francs le vol.

Comptabilité et droit budgétaire. Cours professé à l'École Supérieure par M. FERET DU LONGBOIS, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 6 francs.

Installations télégraphiques. Cours professé à l'École Supérieure par M. TONGAS, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (1918). — 2 vol. Prix : 12 fr. 50 le volume.

Les derniers progrès réalisés en télégraphie, par M. TONGAS (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Installations téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (2^e édition. 1918). — 1 vol. Prix : 12 fr. 50.

Exploitation postale. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. FERRIÈRE, chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 6 francs le volume.

* *Conférences sur les moteurs thermiques* faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. SAUVAGE, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs.

Électricité industrielle. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. MAUREAU, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 10 fr. 50.

Principes d'électricité. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. DROUET, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol. Prix : 3 fr. 75.

Théorie de la pupinisation et applications pratiques. Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. CAMEN, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 1 fr. 50.

(1) Ces ouvrages (sauf ceux marqués d'un astérisque) se trouvent dans les bibliothèques départementales.

Cours élémentaire de Télégraphie sans fil, par M. G. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 12 francs.

La Technique Télégraphique en France (ouvrage publié à l'occasion de l'Exposition de San-Francisco), par M. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes (1916). — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 fr. 50.

La télégraphie, la téléphonie, l'électricité depuis 1878. Extraits du 2000^e numéro de *The Electrician*, traduits par G. HAMEL et E. PICAULT, ingénieurs des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix : 4 francs.

Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes, à l'usage du personnel, 1919 (2^e édition). — 1 vol. in-16 raisin, 314 pages, 83 figures. Prix : 8 francs.

Instruction sur la protection des installations télégraphiques et téléphoniques de l'Etat contre les courants industriels, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 140 pages. Prix : 3 francs.

Instruction sur les circuits combinés et circuits appropriés à la télégraphie et à la téléphonie simultanées, à l'usage du personnel, 1918. — Une plaquette in-16 jésus à l'italienne, 26 pages. Prix : 1 fr. 75.

Instruction sur les essais et mesures électriques et le relèvement des dérangements de lignes et de postes, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 raisin, 130 pages, 22 figures. Prix : 4 francs.

Instruction sur l'installation et l'entretien des postes téléphoniques d'abonnés, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 raisin, 62 pages, 23 figures. Prix : 3 fr. 50.

Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux, à l'usage du personnel, 1919, — 1 vol. in-16 raisin, 78 pages, 64 figures. Prix : 6 fr. 50.

Instruction sur l'installation de l'éclairage électrique à l'intérieur des locaux, à l'usage du personnel, 1920. — 1 vol. in-16 raisin, 72 pages, 32 figures. Prix : 4 fr. 50.

Instruction sur l'entretien et le réglage des appareils télégraphiques, à l'usage du personnel, 1920. — 1 vol. in-16 raisin, 154 pages, 39 figures.

EN VENTE A LA LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE, 3, RUE THIÉNARD, PARIS, V^e.

* *Cours d'électricité théorique* professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. POMEY, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs.

De la propagation du courant télégraphique et téléphonique (*The propagation of the electric currents*, par J.-A. FLEMING), traduit de l'anglais par M. RAVUT, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913).

— 1 vol. Prix : 12 francs.

La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das mehrfache Fernsprechen*, par K. Berger); traduit de l'allemand par M. LE NORMAND, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913).

— 1 vol. Prix : 4 fr. 50.

Pratique radiotélégraphique (*Radiotelegraphisches Praktikum*, par REIN), traduit de l'allemand par M. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913).

— 1 vol. Prix : 9 francs.

La Téléphonie automatique, par M. MILON, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914).

— 1 vol.

La Télégraphie en Amérique (*American Telegraph Practice*, par DONALD Mc NICOL); traduit de l'anglais par MM. PICAULT et VIARD, Ingénieurs des Postes et Télégraphes (1917).

— 1 vol.

EN VENTE CHEZ GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR, 55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, PARIS, VI^e.

Traité de Téléphonie (extraits de *Telephony*, par ABBOTT); traduit de l'anglais par M. GILLES, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913).

— 1 vol. Prix : 4 francs.

Traité de Téléphonie pratique (extraits de *American telephone practice*, par KEMPSTER B. MILLER); traduit de l'anglais (1913).

— 1 vol. Prix : 6 francs.

EN VENTE CHEZ ALBIN MICHEL, ÉDITEUR, 22, RUE HUYGHENS, PARIS, XIV^e.

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (*Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen*, par STILLE); traduit de l'allemand par MM. PICAULT, Ingénieur, et MONTORIOL, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes (1914).

— 1 vol. in-8^o. Prix : 25 francs.

EN VENTE CHEZ BÉRANGER, ÉDITEUR, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES, PARIS, VI^e.

VIENT DE PARAÎTRE :

Conférences de comptabilité industrielle et commerciale, par
G. VALENSI, Ingénieur des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix :
12 francs.

EN PRÉPARATION (Encyclopédie d'électricité industrielle publiée sous
la direction de A. BLONDEL, membre de l'Institut) :

Appareils et installations télégraphiques, Cours professé à l'Ecole
supérieure par E. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes.
— 1 vol. in-8°, Librairie Baillière et fils, 19, rue de Hautefeuille,
Paris V°.

Rapport de Mission aux États-Unis (1920)

(Téléphonie automatique et à grande distance, etc.)

de Sir William NOBLE,

Ingénieur en chef du Post Office britannique.

(EXTRAITS)

Sommaire. — L'organisation technique des Compagnies téléphoniques. — Les laboratoires de recherches et les ateliers de construction de matériel. — Le développement des systèmes de téléphonie automatique. — Le système de téléphonie automatique pour les grands centres urbains (panel type). — La téléphonie à grande distance. — Lignes en câbles aériens. — Outillage perfectionné pour la plantation des poteaux. — Pupinisation des longs circuits. — Usage courant des amplificateurs téléphoniques.

Sir William Noble, Ingénieur en chef, directeur des Services techniques du General Post Office britannique, a exposé le 11 octobre 1920 devant l'« Institution of Post Office Electrical Engineers » les impressions recueillies au cours d'une mission dont il a été chargé aux États-Unis (1). La mission visita successivement New-York où elle prit contact avec les ingénieurs américains, visita les centraux télégraphiques et téléphoniques ainsi que les laboratoires de recherches, puis Baltimore, Washington, Colombus où existe un des plus anciens centraux automatiques, Marion, Galion, Lima, Chicago.

Elle employa deux jours à visiter les ateliers de la Western Electric Cy à Hawthorne (près Chicago), puis alla à Kansas City et finalement à New-York où elle se réembarqua pour l'Angleterre.

Voici quelques extraits du rapport de mission de Sir William Noble :

(1) La mission était composée de Sir William NOBLE, et de MM. A. B. HART, J. HEDLEY, B. O. Anson. Elle a été effectuée au début de l'année 1920.

ATELIERS DE LA WESTERN ELECTRIC CY A HAWTHORNE.

Ils sont énormes ; ils couvrent une superficie de 89 hectares et emploient 10.000 ouvriers environ. On poursuivait leur extension sur une surface nouvelle de 40 hectares 46 ; finalement, ce sera une des plus vastes organisations industrielles de toute l'Amérique. Comme manufacture de téléphones c'est déjà la plus considérable non seulement des États-Unis, mais même du monde entier. L'organisation des services techniques est excellente et les mesures prises pour vérifier le matériel depuis le moment où il sort de l'atelier jusqu'à l'assemblage des divers organes, sont admirables. Les transports à l'intérieur des usines sont aussi hautement efficaces. Les arrangements pris dans l'intérêt du bien-être du personnel sont parfaits ; ils comprennent un excellent restaurant, une bibliothèque et un hôpital très bien installé.

Il nous était matériellement impossible de visiter complètement Hawthorne en quelques jours ; aussi, après une inspection générale, nous portâmes notre attention spécialement sur quelques services particuliers, à savoir : le montage des appareils automatiques, les câbles téléphoniques et les bobines Pupin.

Le débit de ces usines est fabuleux. Dans le département « automatique » seulement, on estime que la production en 1920-1921 atteindra 127.000 lignes et qu'elle sera plus que doublée en 1922. L'approvisionnement de la Manufacture en matières premières n'est pas chose facile ; elle suit une politique audacieuse et prévoyante à la fois. Prenons, par exemple, l'approvisionnement en mica, qui n'est qu'un petit côté du problème. Les stocks de cette matière ne se trouvent qu'en quantité et qualité variables sur le marché ; aussi, la compagnie a acheté et exploite elle-même une mine de mica dans un des États du sud ; elle s'assure par ce moyen un approvisionnement régulier, avec cet avantage qu'elle peut choisir, suivant ses besoins, les qualités les plus convenables.

Une autre caractéristique intéressante de l'organisation, c'est le procédé de perfectionnement des employés de toutes catégories. On a institué deux cours complets. Le cours élémentaire

est réservé aux anciens élèves des écoles primaires et secondaires ; il comprend simultanément l'instruction technique générale et l'instruction pratique dans les ateliers. A la fin de leurs études, ils sont des ouvriers accomplis ; on recrute parmi les meilleurs le personnel pour le département des façonneurs d'outils, où l'on a besoin des hommes les plus adroits, mais aussi les mieux rétribués. Les élèves du cours supérieur viennent des collèges et universités techniques. Leur éducation technique est confiée à des spécialistes dans les diverses branches de la technique téléphonique ; en outre, ils suivent des cours pratiques en atelier.

Bien que la « Western Electric Cy » prenne à sa charge les frais occasionnés par ces cours professionnels, les étudiants ne sont pas forcés de rester à la Compagnie à la fin de leurs études. Ils sont libres de chercher un emploi dans d'autres sociétés ou de continuer ailleurs leur instruction. Cette règle est observée par toutes les plus grandes entreprises techniques des États-Unis ; on se rend facilement compte de son caractère de prévoyance. Nous avons constaté cependant qu'en grande majorité les étudiants restent à la Western Electric Cy ; c'est parmi eux qu'on recrute les inspecteurs et directeurs des divers services d'Hawthorne, ainsi que des filiales aux États-Unis et même à l'étranger. La Compagnie a une succursale importante à Tokio (Japon).

Le total des ventes effectuées par la Western Electric Cy du 1^{er} janvier au 31 décembre 1918, s'élevait à 143.200.000 dollars, et les ordres non exécutés à 26.200.000 dollars. Ces chiffres donneront une idée de l'importance de cette organisation industrielle.

A Chicago, il existe une autre entreprise téléphonique importante. Nous voulons parler de l'« Automatic Electric Cy » qui a préparé l'avènement de la téléphonie automatique. Sans avoir l'importance de la manufacture d'Hawthorne, au point de vue de la capacité de production de tout le matériel téléphonique, la compagnie de Chicago vient immédiatement derrière celle-là pour la livraison des appareils automatiques. L'« Automatic Electric Cy » développe également ses ateliers ; elle estime que la production pourra atteindre 73.000 lignes en 1920.

DÉPARTEMENT TECHNIQUE DE LA WESTERN ELECTRIC CY

Le trait saillant de son organisation qui nous frappa de prime abord, était l'unique et vaste service chargé des travaux de recherches dans toutes les branches de la science télégraphique et téléphonique ; il est hors de doute que c'est à sa prévoyance en la matière, que l'Amérique doit la place prépondérante qu'elle occupe aujourd'hui.

Le département technique de la Western Electric Cy effectue tous les travaux de laboratoire visant à développer et à perfectionner les appareils télégraphiques et téléphoniques actuels, pour le compte des compagnies Bell associées, de la Western Union Telegraph Cy, de la Guerre et la Marine, et pour répondre à ses propres besoins industriels.

Le service des recherches est installé à New-York dans un bâtiment spécial qui couvre une surface d'environ 37.150 m² (fig. 1). Les frais d'installation se sont élevés, dit-on, à 4.000.000 de dollars environ ; ce qui correspond à 1 million de livres sterling en chiffres ronds.

Le personnel se compose de 2.500 unités dont 1.500 sont ingénieurs ou assistants.

L'équipement des laboratoires est complet à tous égards ; il comprend un atelier technique modèle pourvu de toutes les machines-outils qui permettent de produire n'importe quel modèle désiré.

J'ai pris des photographies de quelques-uns de ces laboratoires (fig. 2, 3, 4, 5, 6).

Il n'est pas surprenant que, disposant d'une organisation aussi merveilleuse du service des recherches, les ingénieurs américains des téléphones soient à l'avant-garde du progrès et fort avancés dans les applications réelles de la science.

L'introduction générale du fonctionnement automatique est vraisemblablement le trait caractéristique de leur évolution dans le progrès ; nous avons porté spécialement notre attention sur cette question et l'avons discutée avec les experts en téléphonie



Fig. 1. — Service des recherches.



Fig. 2. — Laboratoire du mécanisme de commutation automatique.

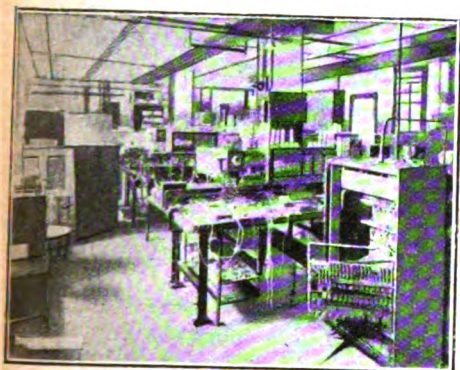


Fig. 3. — Laboratoire des circuits d'intercommunication.



Fig. 4. — Un des laboratoires de transmission téléphonique.



Fig. 5. — Un des laboratoires de chimie générale.

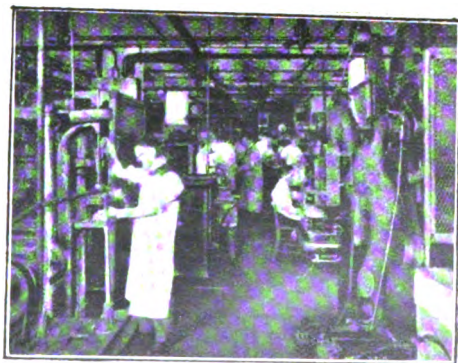


Fig. 6. — Une travée d'un atelier technique modèle.

de toutes les villes que nous avons visitées ; partout, nous avons constaté que l'opinion quasi unanime était que l'exploitation automatique constituait le seul moyen vraiment sûr de garantir au public la qualité de service qu'il demande de nos jours.

TÉLÉPHONIE AUTOMATIQUE, PROJETS DU POST OFFICE

Au cours des études relatives au fonctionnement automatique intégral, nous avons fait la remarque intéressante que les ingénieurs de la Western Electric Cy avaient disposé leur système de panneaux de façon à ce qu'il puisse fonctionner avec un disque qui transmettrait les courants de la même manière que celui imaginé en Angleterre par l'A. T. M. Cy. Étant donné qu'en Amérique tous les centraux automatiques sont de ce dernier modèle (Strowger), cette uniformité simplifiera les montages avec disque là où plusieurs types d'automatique complet seront en service. L'avantage sera surtout marqué lorsqu'il s'agira d'appeler les centraux automatiques extrêmes à partir des tableaux interurbains.

Antérieurement à notre voyage, les ingénieurs du Post Office savaient qu'il existait à Newark (New Jersey) dans les trois centraux semi-automatiques de la Western Electric Cy un système automatique modèle inventé par cette compagnie, mais on laissait en même temps entendre que dans l'ensemble son fonctionnement n'était pas très satisfaisant.

Les études et enquêtes effectuées sur place en novembre dernier prouvèrent que les déficiences de l'ancien montage à panneaux de Newark avaient été éliminées grâce à des perfectionnements apportés dans l'agencement, et que l'A. T. and T. Cy était non seulement convaincue que l'exploitation automatique intégrale est le mode le plus économique pour assurer le service téléphonique dans les villes importantes, mais encore que les avantages offerts par le système à panneaux étaient suffisamment probants pour légitimer son emploi dans les circonscriptions sièges de plusieurs grands centraux comme New-York et Chicago, où l'on peut dire que les conditions sont comparables à celles de Londres, Liverpool, Manchester, Glasgow et Birmingham.

L'impression rapportée des recherches faites au sujet du montage des panneaux et des facilités qu'il confère fut tellement favorable, que je fis en sorte de persuader l'A. T and T. Cy de me donner le droit d'acheter un dispositif à 3.500 lignes du modèle à panneaux, qui permettra aux ingénieurs du Post Office anglais de se familiariser avec les détails de sa construction en même temps que les ingénieurs des États-Unis ; ceci pour éviter que notre pays reste à la traîne dans le domaine pratique en ce qui concerne les plus récentes innovations. Je suis heureux de pouvoir annoncer que le Secrétaire d'État du Post office britannique a adopté ma proposition de le faire installer à Londres ; on a pris des mesures pour le monter dans le bureau « South », où il constituera le noyau d'un central de 10.000 abonnés.

Sur la figure 7 on voit : le schéma typique de l'acheminement des appels dans une grande ville ; les divers organes de commutation employés dans le système à panneaux : un chercheur de lignes qui, comme le nom l'indique, cherche la ligne de l'abonné demandeur ; un retransmetteur qui reçoit et transmet les émissions, un sélecteur de *district*, un sélecteur de *bureau*, un sélecteur d'*arrivée* et un sélecteur *extrême*, qui dirigent l'appel sur la ligne de l'abonné demandé.

Les différents modèles des châssis de sélecteurs à panneaux sont semblables dans leur ensemble, c'est-à-dire qu'un sélecteur de *district* comprend 5 panneaux (fig. 8), sur chacun desquels aboutissent 100 lignes dont les broches sont saillies sur les deux faces avant et arrière. 60 organes mécaniques à frottement peuvent fonctionner pour explorer les broches. A la base des châssis, deux jeux de galets de friction sont maintenus continuellement en mouvement par de petites dynamos ; chaque jeu commande les aimants (qui peuvent se mouvoir de haut en bas et vice versa) des 30 mécanismes de commutation placés de chaque côté. Lorsqu'un aimant est excité, une tige élévatrice monte ou descend sous l'effet des galets de friction. La tige est munie de 5 balais, dont chacun peut atteindre un des 5 panneaux de 100 lignes chacun. Les cinq balais sont multipliés et sont reliés à un commutateur au sommet du panneau. Le commutateur est disposé de façon à

ouvrir et à fermer des circuits munis de relais lorsqu'il se déplace verticalement. Le réglage du circuit du retransmetteur est basé sur le principe de l'émission réversible, de façon à déclancher un des cinq balais, à commander le trajet parcouru par le balai choisi, à faire le test, à établir la connexion avec la ligne désirée si elle est libre.

Chacun des multiples à panneaux de 100 lignes comprend 300 plats en laiton isolés l'un de l'autre par du papier imprégné, à raison de trois plats pour chaque ligne; chaque plat est fabriqué à la presse. Une étiquette est fixée à chaque extrémité du plat auquel les câbles du tableau commutateur sont reliés. En recourant à ce dispositif on supprime le câblage entre les rangées, qui est nécessaire dans les autres systèmes; ceci permet d'inspecter facilement les connexions d'un circuit quelconque; il ne peut se produire de mauvais contact ni de rupture comme avec n'importe quel autre système de multiple à câblage, qu'il soit manuel ou automatique.

Je n'ai pas l'intention de m'étendre sur le fonctionnement électrique du système à panneaux, car ce sujet sortirait du cadre de mon exposé. Toutefois, comme les ingénieurs connaissent généralement la méthode du fonctionnement dans un système à action graduelle, il y aurait quelque avantage à indiquer sommairement comment le système à panneaux achemine un appel.

Dans les systèmes à action graduelle, lorsque l'abonné décroche son récepteur, il se relie à un premier sélecteur disponible et le commutateur accepte le premier chiffre transmis, de façon à le retransmettre au sélecteur suivant. Ce second sélecteur reçoit le second chiffre et prolonge la ligne de l'abonné jusqu'à un autre sélecteur, et ainsi de suite jusqu'à ce que la connexion soit établie. Dans le système à panneaux, lorsque l'abonné décroche, il écoute pour s'assurer s'il reçoit un signal vibré spécial qui lui indique qu'il peut commencer la manœuvre du disque. En même temps un chercheur de ligne et un sélecteur de district ont cherché sa ligne, et un sélecteur de retransmetteur associé au chercheur de ligne l'a relié à un circuit de retransmetteur. Les émissions transmises par l'abonné qui appuie sur les chiffres du disque sont

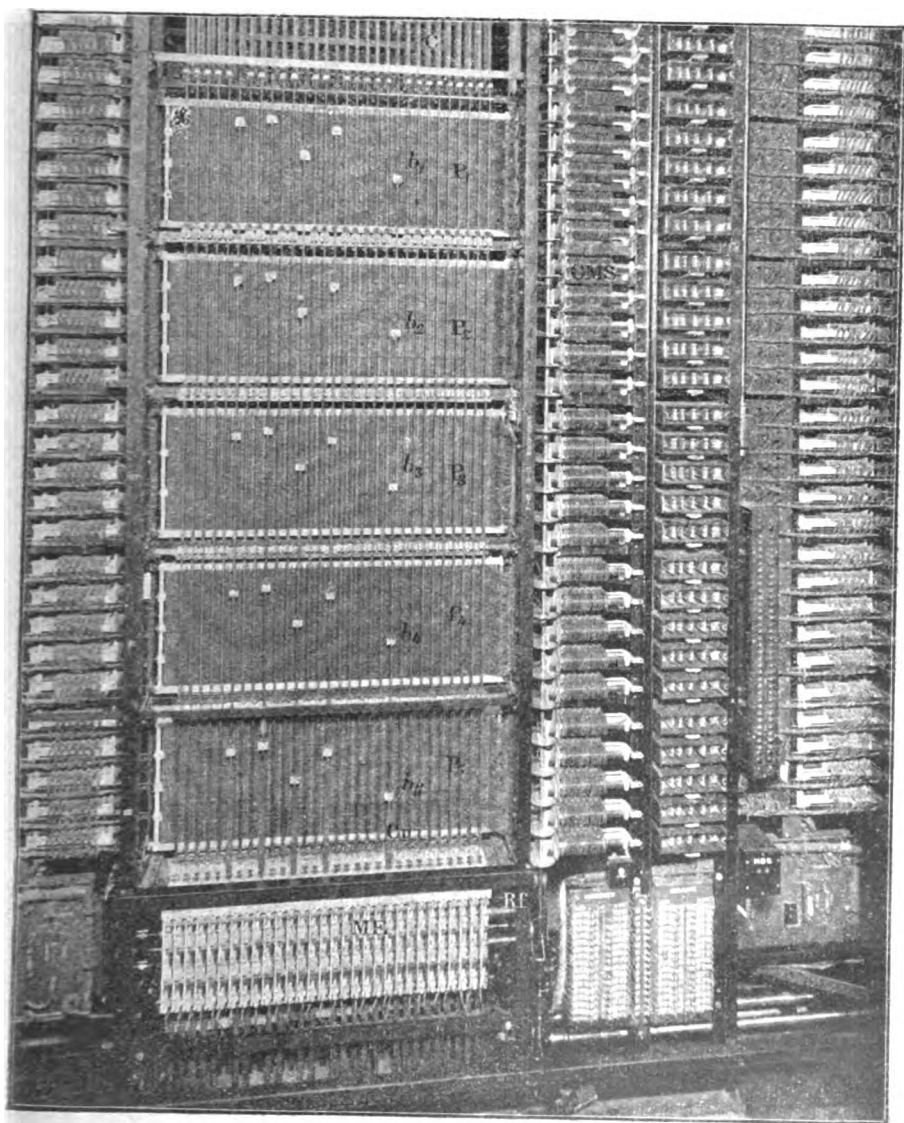


Fig. 8.

Vue d'ensemble d'un châssis de sélecteurs.

$P_1 P_2 P_3 P_4 P_5$, panneaux de 100 lignes multipliés chacune 60 fois. — $b_1 b_2 b_3 b_4 b_5$, groupe de 5 balais multipliés d'un même sélecteur. — Cr, crémaillère. — ME, mécanisme d'entraînement des balais. — Rf, rouleaux de friction. — C, commande électrique du mouvement des balais. — CMS, commutateurs séquentiels ou combineurs.

Ann. des P., T. et T., 1921-I (10^e année).

emmagasinées par le retransmetteur puis retransmises aux appareils du central.

La ligne des abonnés demandeurs aboutit à des contacts placés sur un des panneaux du chercheur de ligne. Un balai relié à un des 60 mécanismes sélecteurs qui fonctionnent devant le chercheur de ligne trouve la ligne du demandeur. Il y a, relié au balai du chercheur de ligne, un balai de sélecteur de district et un circuit de sélecteur de retransmetteur, ce dernier cherchant un retransmetteur disponible pour accueillir les émissions du disque. Le sélecteur de district et le retransmetteur agissant ensemble forcent l'appel du sélecteur de district à trouver la ligne particulière sur les broches du panneau de district, en allant vers le balai du sélecteur d'arrivée. Le retransmetteur guide le balai du sélecteur d'arrivée vers la ligne désirée à travers les contacts du panneau d'arrivée de façon à atteindre le balai du sélecteur extrême. Ce balai pouvant choisir une des 500 lignes d'abonnés, est alors conduit sur le contact même (du panneau extrême) auquel aboutit la ligne de l'abonné demandé.

Bien que le disque monté sur l'appareil de l'abonné fonctionne, en ce qui concerne la transmission des impulsions aux appareils du central, d'une manière analogue à celle des autres systèmes, le cadran comporte des chiffres et des lettres. Les dix trous, dans lesquels on enfonce le doigt, sont numérotés 0, 9, 8.....1 dans le sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre ; la touche « 2 » porte en outre les lettres A, B, C ; la touche « 3 », les lettres D, E, F ; et ainsi de suite jusqu'à la touche « 9 » qui porte les lettres W, X, Y ; les lettres Q et Z ne sont pas employées et les touches « 1 » et « 0 » ne portent aucune lettre.

La figure 9 représente le cadran construit spécialement pour servir dans les villes importantes.

Avec ce procédé de numérotage, on peut mettre en service un nouveau central automatique sans se préoccuper du système numérique de la circonscription du central considéré dans son ensemble ; il peut fonctionner simultanément avec un nombre quelconque de centraux manuels sans qu'il soit besoin de modi-

fier la façon de faire actuelle des autres abonnés manuels. Il est probable que l'Annuaire sera imprimé de telle façon que les trois premières lettres du nom des centraux soient portées en majuscules pour indiquer que les abonnés à l'automatique doivent transmettre à l'aide du disque les 3 lettres en question.

Pour transmettre un appel destiné, par exemple, à Central 2462, on enverra au moyen du disque les 3 premières lettres C, E, N,

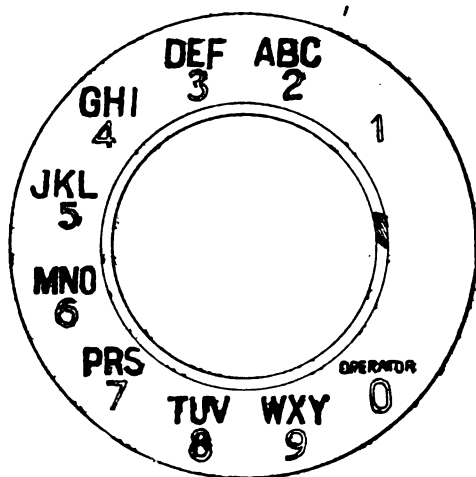


Fig. 9.

puis les 4 chiffres du numéro de l'abonné. Non seulement cette méthode permettra de conserver la disposition actuelle des annuaires mais encore elle aidera la mémoire des abonnés, qui retiendront plus facilement les numéros que si l'on recourait à des groupes de 6 ou 7 chiffres. Le circuit de sélecteur, dont il a été parlé plus haut, acheminera les émissions produites par la manœuvre des 3 premières lettres et transmettra l'appel au central particulier en question ; dans nombre de cas, la sélection s'effectuera directement entre le sélecteur de district et le sélecteur d'arrivée, c'est-à-dire que les 3 premières lettres qui, dans d'autres systèmes, nécessiteraient 3 sélections, seront transmises par une sélection unique avec le système à panneau.

Si l'appel transmis par un abonné à l'automatique est destiné

à un abonné manuel, la manœuvre du disque sera la même et le retransmetteur dirigera l'appel sur le central manuel destinataire ; il y excitera des relais, lesquels feront apparaître le numéro demandé devant une opératrice et allumeront une lampe correspondant à un cordon de raccordement, preuve que le dit numéro doit être relié au cordon. Cette méthode d'exploitation s'appelle : fonctionnement avec « indicateur d'appel ». En ce qui concerne l'abonné à l'automatique, il transmettra donc tous ses appels de la même façon, qu'ils soient destinés, dans le même réseau, à un abonné d'un central manuel ou bien à un autre abonné à l'automatique.

La figure 10 représente une position « B » avec indicatif lumineux d'appel.

On a imaginé une nouvelle méthode, dite système à « indicateur à clés » pour transmettre les appels par disque, à un central automatique, à partir des positions « A » des centraux manuels dont le trafic est très important. L'opératrice « A » abaisse la clé d'une ligne d'ordre correspondant à l'indicatif du central automatique ; cette clé choisit automatiquement une ligne de jonction disponible et fait apparaître le numéro de raccordement sur un indicateur installé sur le panneau de chaque position d'opératrice « A » ; ensuite, l'opératrice compose les 4 chiffres de l'appel sur une rangée de 10 clés numérotées et finalement enfonce la fiche d'appel dans le jack du circuit de raccordement, dont le numéro vient d'apparaître sur l'indicateur.

Les appels transmis à un central automatique par des centraux manuels dont le trafic n'est pas assez important pour justifier l'emploi d'un indicateur à clés seront acheminés à l'aide de positions « B » sans cordons installées dans le central automatique ; de même, toutes les fois qu'il serait trop coûteux d'organiser la transmission par disque à partir des centraux manuels. La figure 11 représente la disposition générale des clés à lampe et le transmetteur à clavier d'une position « B » sans cordon.

Il existe encore nombre d'autres perfectionnements moins importants relatifs à l'exploitation ; mais, d'après ce qui précède, on verra que l'introduction du fonctionnement automatique dans

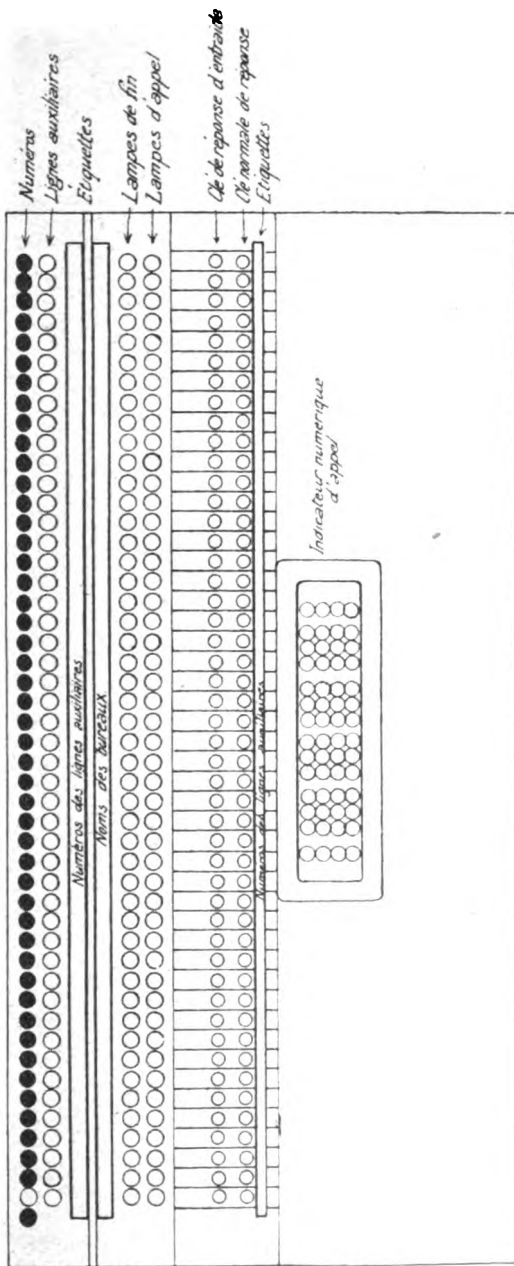


Fig. 10.

une vaste zone comprenant plusieurs bureaux, est aujourd'hui réalisable, sans pour cela diminuer le rendement des installations des autres centraux manuels. En réalité, on peut dire que l'exploitation avec « indicateur d'appel » est plus rapide que celle avec ligne d'ordre d'arrivée à sonnerie sans clé, et que le fonctionnement avec « indicateur à clés » est également plus rapide que celui avec ligne d'ordre de départ ; ces deux avantages tendraient donc à augmenter le rendement des centraux manuels plutôt qu'à le réduire.

Une autre particularité, digne de remarque, des projets de la Western Electric C^o relatifs à l'application de l'automatique à la ville de New-York, c'est l'installation d'un équipement du type à panneaux agencé de façon à écouler le trafic de raccordement « tandem » sur une base automatique ou semi-automatique. L'équipement adopté pour le central remédie aux déficiences du raccordement manuel « tandem » qui est à la fois lent et peu sûr. Cet équipement permet de travailler avec les centraux manuels existants et, de plus, il est combiné de façon à répondre aux conditions lors de la substitution du système automatique au système manuel et à pouvoir finalement constituer un organisme complet du réseau général automatique de plusieurs centraux de New-York.

Les avantages techniques importants qu'on retire de l'exploitation « tandem » des petits groupes de lignes auxiliaires à l'aide d'un centre de commutation, sont bien connus ; les avantages du système appelé « Metropolitan toll scheme » résident dans le fait qu'on reçoit par ligne d'ordre, sur une position tandem « B » sans cordon, tous les appels des centraux extrêmes. L'opératrice « tandem » abaisse des clés correspondant à l'indicatif du central et au numéro demandés ; ensuite, l'appel est transmis (par une ligne auxiliaire libre choisie automatiquement) à la position extrême « B », où il apparaît en signaux lumineux sur l'« indicateur d'appel » placé devant l'opératrice « B ».

Quoique la disposition du « Metropolitan Toll » ait été de prime abord choisie pour améliorer le service manuel, on se rendra facilement compte que lors de la transformation des cen-

traux manuels en centraux automatiques, les opérations effectuées par les employées sur les positions « B » tandem du central Metropolitan toll s'exécuteront directement grâce aux dispositifs automatiques mis en mouvement par l'abonné lorsqu'il manœuvre son disque.

Ce procédé de remplacement des opératrices « tandem » par des

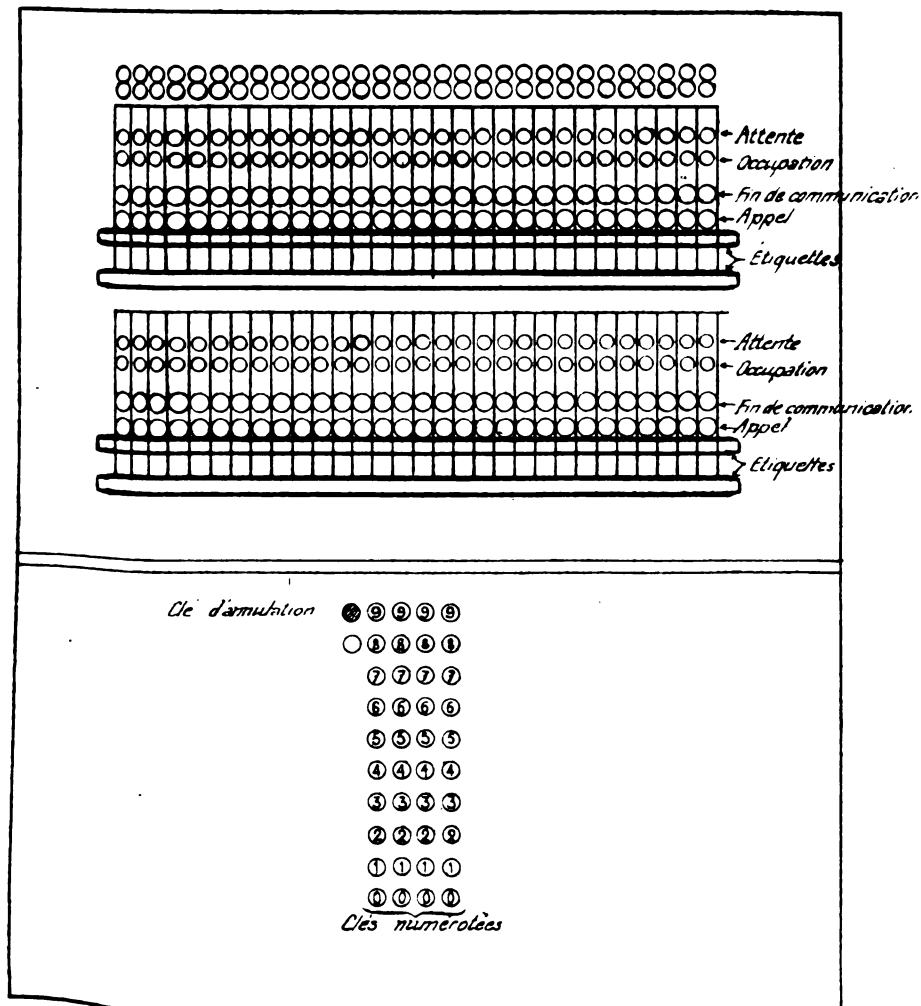


Fig. 11.

appareils « tandem » est un avantage énorme particulier aux appareils automatiques du type à panneaux.

On obtiendra aussi sûrement et presque aussi rapidement une liaison avec le système automatique tandem qu'avec le système automatique intégral, et la combinaison des fonctionnements manuel et automatique qu'on trouve à la base de l'installation du central interurbain Métropolitain constituera un système beaucoup plus efficace que l'exploitation tandem manuelle, et dont l'efficacité s'accroîtra encore lorsqu'on aura le fonctionnement automatique intégral.

La puissance de rendement des centraux manuels compris dans la zone s'améliorera aussi grâce à l'emploi du système tandem automatique; l'amélioration s'accentuera encore lorsqu'on développera le système automatique intégral. L'inverse se produit lorsqu'on développe l'exploitation manuelle; c'est un point qu'il ne faut pas perdre de vue, surtout dans le cas des grandes villes à plusieurs centraux.

C'est pour des raisons de cet ordre qu'aujourd'hui la puissance de rendement des centraux manuels de Londres se trouve gravement compromise.

Si nous considérons les caractéristiques principales de l'automatique du type à panneaux, je crois que nous ne pourrions que convenir qu'il est d'un emploi réellement avantageux dans les villes importantes.

1) Les forts groupes de lignes de raccordements conviennent au type à panneaux; il peut raccorder 91 circuits alors que les autres systèmes ne peuvent en raccorder qu'un nombre variant entre 10 et 22. Avec ces derniers systèmes, on ne saurait augmenter l'importance des groupes sans recourir à de nouveaux appareils, ce qui non seulement augmente les frais, mais encore influe sur le rendement.

2) Le multiple est facilement vérifiable; l'organisme du multiple ne renferme ni boucles de câbles, ni fils uniques, ni connexions soudées.

3) On peut assurer la liaison entre centraux très chargés sur la base de 7 chiffres avec un seul commutateur au central de départ, tandis qu'il faut 3 commutateurs avec les autres systèmes.

4) Avec les systèmes à action graduelle, dans les zones comprenant plusieurs centraux, le système de raccordement est obligatoirement lié au système numérique; il en est tout à fait indépendant dans le modèle à panneaux.

5) On peut desservir tous les numéros des bureaux privés annexes même s'ils comprennent 100 lignes. De plus, il n'est pas nécessaire d'adopter un modèle spécial de bureau privé annexe.

6) On peut utiliser le fonctionnement tandem automatique.

7) On peut desservir les postes à remboursement automatique ou à prépaiement (boîte où l'abonné glisse la monnaie représentant le prix de la communication).

8) Les sélecteurs des types à action graduelle n'offrent que 10 voies ou réglettes; le type à panneaux permet d'obtenir un nombre de voies quelconque compris entre 10 et 43.

9) Au moyen d'interconnexions, on peut acheminer le trafic comme on le désire, sans rien changer au système de raccordement.

10) Les émissions du disque sont reçues traduites et transmises par un dispositif appelé « retransmetteur » qui ne fonctionne que pendant l'établissement de la connexion. Par suite, le nombre des commutateurs à régler est bien moindre que dans les systèmes à action graduelle où les émissions du disque sont reçues par plusieurs commutateurs durant chaque étape de la connexion.

11) Des appareils automatiques empiriques d'essais sont prévus pour contrôler les circuits des retransmetteurs et des sélecteurs. Chaque circuit étant reconnu en bon état, le circuit libre suivant est relié automatiquement au dispositif d'essais. S'il se produit un dérangement, une sonnerie de l'appareil d'essai fonctionne. Cette organisation réduit les frais occasionnés par la recherche empirique des dérangements et de plus garantit le fonctionnement sûr du système.

12) Dans le système où les abonnés à l'automatique transmettent les appels destinés aux abonnés manuels à un « indicateur d'appels » placé sur la position « B » manuelle, la présence du « retransmetteur » diminue les frais d'installation et d'entretien du dispo-

sitif indicateur d'appels. Avec les systèmes à action graduelle, il faudrait vraisemblablement recourir à des appareils enregistreurs pour emmagasiner les appels jusqu'à ce que l'opératrice « B » ait écoulé à tour de rôle les précédents.

13) Par suite de la plus grande capacité du multiple à rangées, la série des commutateurs automatiques nécessaires à la transmission d'un appel est moins importante dans un central du type à panneaux que dans un central à système à action graduelle.

Donc, pour obtenir le même rendement des raccordements, on peut calculer le dispositif d'après une courbe sur laquelle, en moyenne, la probabilité des appels perdus sera beaucoup plus faible qu'avec le système à action graduelle. Par suite, on peut réduire le matériel à prévoir.

14) Le retransmetteur permet de recourir à des dispositifs qui améliorent automatiquement la transmission, par exemple : à des voltages plus élevés pour les appels à longue distance ; aux bobines Pupin ; aux transformateurs pour circuits pupinisés. Les autres systèmes n'offrent pas semblables facilités.

DÉVELOPPEMENT DE LA TÉLÉPHONIE AUX ÉTATS-UNIS

Il y a quatre ou cinq ans, le plus ardent champion de la téléphonie automatique aurait hésité longtemps avant d'approuver la mise en service à Londres d'un petit central automatique intégral en liaison avec l'énorme réseau des centraux manuels existants ; eh bien ! après avoir étudié le type à panneaux, les hommes compétents en téléphonie sont unanimes à déclarer que ce système est le seul qui soit capable de faire face aux exigences du service dans les grands centres, spécialement pendant la période transitoire

Arrivé à ce point de mon exposé, je me permettrai de vous dire que le nombre total des postes téléphoniques des compagnies Bell associées était de 7.201.757, à la date du 30 septembre 1919 ; en outre, 3.790.568 autres postes, possédés et exploités par les autres compagnies sont, pour le service inter-urbain, reliés au réseau Bell. Enfin, il existe aussi aux États-

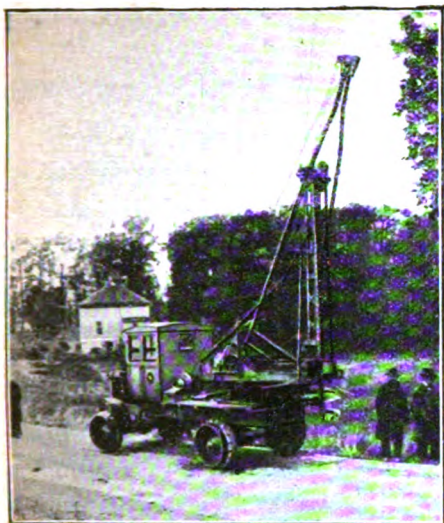


Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.

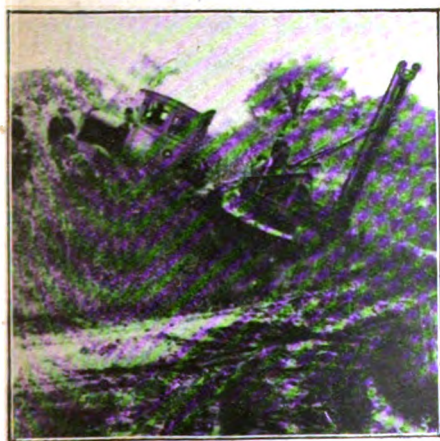


Fig. 16.

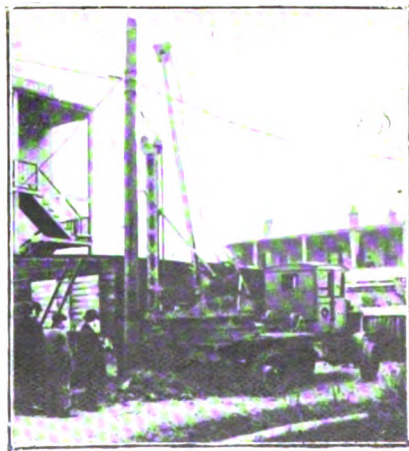


Fig. 17.

l'nis 1.012.000 postes, appartenant à diverses compagnies indépendantes, qui ne sont pas reliés au réseau Bell. Le total, à la date indiquée, était pour tout le pays de 12.004.325, ce qui donne une moyenne d'un téléphone par 10 habitants environ.

Evidemment, le public américain est rompu à l'usage du téléphone ; cette densité des postes téléphoniques influe tout naturellement sur l'importance et la qualité du service à longue distance (ou service interurbain), dont je vais vous dire quelques mots très intéressants.

Le service à longue distance est arrivé à un haut degré d'efficacité, en ce qui concerne aussi bien la rapidité que la qualité des transmissions. Les distances qui séparent les centres commerciaux des Etats-Unis font qu'un bon service interurbain y a une importance beaucoup plus grande qu'en Grande-Bretagne. Ainsi, les deux villes principales : New-York et Chicago sont distantes de 1.600 km. Il faut pour se rendre de l'une à l'autre 22 heures avec les trains rapides directs et 28 à 30 heures avec les trains ordinaires. Une lettre mise à la poste à New-York, le lundi matin par exemple, est distribuée à Chicago le mercredi matin. La transmission des correspondances par la poste est donc relativement lente et, par suite, un service téléphonique qui constitue un moyen rapide de communication est fatalement le bienvenu dans le monde des affaires. En fait le délai pour obtenir une communication entre New-York est rarement supérieur à 20 minutes. En général l'audition est excellente ; l'équivalent moyen des lignes New-York-Chicago est égal à 10 miles de câble standard environ entre les deux tables d'essais.

LIGNES AÉRIENNES

On ne peut faire moins que de remarquer l'absence d'arbres tout le long des « routes téléphoniques », fait très important au point de vue de l'excellence de la transmission et auquel on n'attache pas toujours une importance suffisante en Angleterre. Mais la particularité la plus marquante est, sans contredit, l'emploi fréquent des câbles aériens non seulement pour le service

urbain, mais encore pour le service interurbain. En Amérique, on emploie très souvent des câbles aériens, dans des cas où en Angleterre on ne pourrait utiliser que des câbles souterrains.

Le câble interurbain New-York-Chicago lui-même est entièrement posé sur poteaux, sauf pour quelques courtes sections, à la traversée des villes. Les bobines Pupin des câbles aériens sont généralement suspendues aux poteaux dans des paniers en fil d'acier. Les ingénieurs américains prétendent que la construction des grandes lignes en câble aérien est plus économique ; en outre, elles seraient d'un entretien plus facile. D'autre part, notre expérience en Angleterre aboutit à une conclusion diamétralement opposée.

Les distances immenses à munir de poteaux ont conduit, aux Etats-Unis, à perfectionner les méthodes mécaniques de construction et d'entretien ; le moteur à essence est d'un emploi très répandu.

Je vais vous montrer deux photographies intéressantes d'une « tour de forage », actionnée par un moteur à essence, et un derrick à poteaux de deux modèles différents : l'un est posé sur un châssis à roues ordinaire, l'autre sur un châssis de tank ; elles vous donneront une idée de l'utilisation de ces dispositifs.

La figure 12 représente un type de machine monté sur châssis à roues.

La figure 13 représente un trou foré et indique que la machine est capable de fonctionner dans un terrain pierreux. Le trou a été percé en 15 minutes.

La figure 14 représente le derrick soulevant un poteau et montre celui-ci prêt à être placé dans un trou.

La figure 15 montre la machine perforant un trou incliné pour hauban.

La figure 16 montre avec quelle facilité on peut manœuvrer la machine.

La figure 17 représente la machine servant à la construction d'une ligne d'angle. Le trou a été d'abord creusé à côté de l'ancien poteau ; après avoir fait glisser le pied dans ce trou, on a élargi l'ancien trou et planté le nouveau poteau à la place de l'ancien.

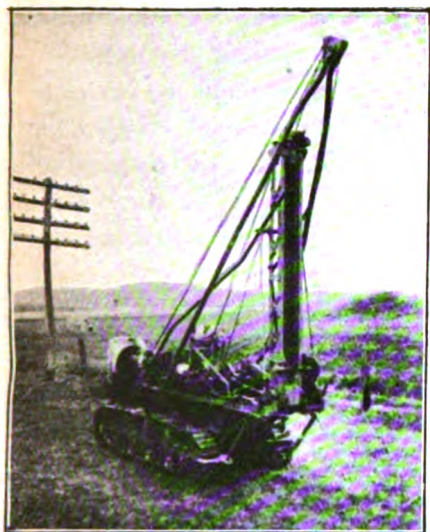


Fig. 18.

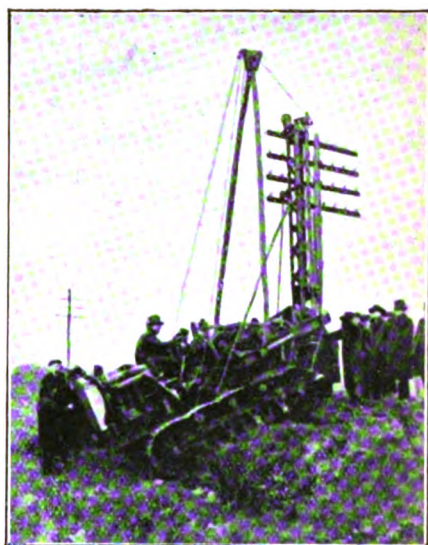


Fig. 19.

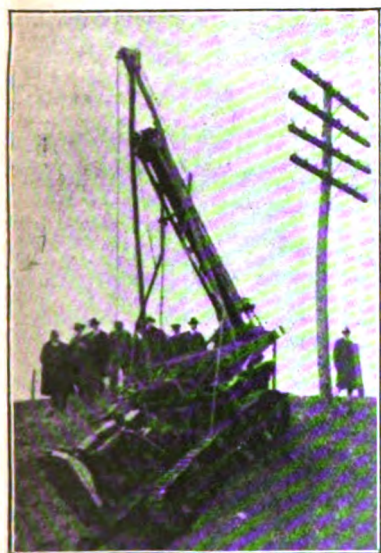


Fig. 20.



Fig. 21.

La figure 18 montre une machine du type « tank », prête à fonctionner.

La figure 19 montre le tank perforant un talus. On peut régler le forage en manœuvrant deux leviers.

La figure 20 montre qu'il est possible de se servir du tank sur les remblais du chemin de fer dans des conditions très difficiles.

La figure 21 représente un chariot à moteur inventé pour servir aux petites équipes chargées de construire les lignes d'abonnés.

Nous avons eu l'occasion d'étudier ces chariots de très près (celui-ci notamment) au cours de notre séjour à Lima (Ohio). Sous l'avant se trouve un treuil qu'on peut engrener avec le moteur au moyen d'un cliquet. Il est commandé par un frein spécial et peut servir à soulever un poteau, à tirer un câble dans une conduite ou dans les anneaux de suspension aérienne ; il sert encore en cas d'urgence pour effectuer des réparations.

Toutes les équipes de construction des lignes principales sont pourvues d'automobiles qui servent à transporter le matériel et, en même temps, le personnel lorsqu'il se rend au travail ou qu'il en revient.

Les ouvriers chargés de l'entretien des lignes principales, ceux qui réparent les dérangements (« troublemen ») sont presque toujours dotés d'une automobile légère, généralement sortie des usines Ford. Les motocyclettes sont peu employées.

Il faut se souvenir, bien entendu, qu'en Amérique l'essence coûte trois fois moins cher qu'en Angleterre. On aura à tenir compte de ce fait lorsqu'on voudra comparer l'emploi des automobiles dans les deux pays.

Les automobiles elles-mêmes sont aussi relativement beaucoup plus chères en Angleterre qu'aux États-Unis, où l'énorme demande a favorisé l'application des méthodes de production en série ; les demandes sont considérables par suite de la prospérité sans précédent du pays. Alors qu'ici un ouvrier se contente d'une bicyclette ordinaire, là-bas il lui faut sa petite automobile.

PUPINISATION

La façon dont les Américains pupinisent leurs câbles est, à peu de chose près, identique à la nôtre. La bobine à noyau de fil de fer a été complètement remplacée par la bobine à noyau « compact ». Ce noyau solide est formé de disques en limaille de fer pressée hydrauliquement ; comparé au noyau en fil de fer, il offre l'avantage d'une grande constance électrique. Il ne peut être aimanté en permanence ; sa perméabilité ne souffre pas des courants intenses des magnétos d'appel, des piles d'essais, des signaux télégraphiques, etc.

Ces noyaux sont fabriqués sur une base commerciale suivant un procédé dont la Western Electric Cy a le brevet.

Les bobines Pupin qu'on installe actuellement sur le câble interurbain Londres-Manchester sont munies de noyaux de ce genre, qui seront seuls employés à l'avenir.

Le succès remporté en Amérique par le service interurbain est dû en grande partie à l'emploi fréquent des bobines Pupin ; mais le service entre New-York et San-Francisco (et d'une manière générale sur les câbles à conducteurs de petit calibre) n'a été rendu possible que grâce au perfectionnement des relais téléphoniques.

AMPLIFICATEURS

J'ai quelques photographies d'un poste américain à relais que j'ai visité. Il est situé à environ 4 km. de Princeton (New-Jersey) sur le passage des circuits New-York-Washington. La fig. 22 représente le bâtiment principal à deux étages. Il peut aujourd'hui contenir 240 relais ; il pourrait en contenir 500.

A l'étage inférieur on trouve la chambre du câble, le châssis principal, les génératrices et les piles ; à l'étage supérieur la table d'essai, les panneaux de relais, tous les appareils accessoires, et les appartements de l'ingénieur et du personnel de surveillance.

La figure 23 représente la centrale de force motrice qui com-

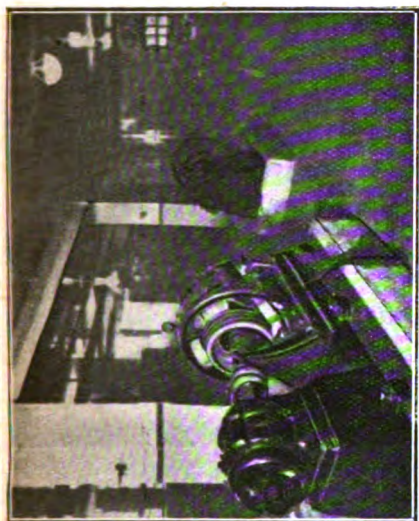


Fig. 23.

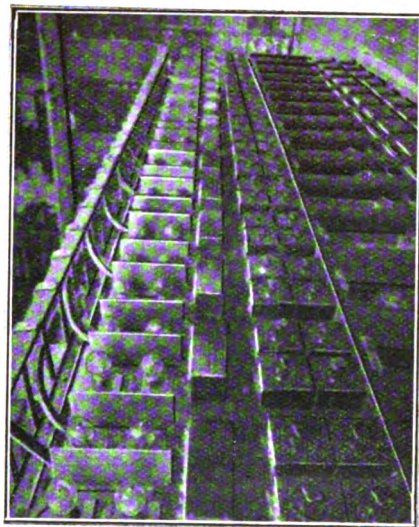


Fig. 25.

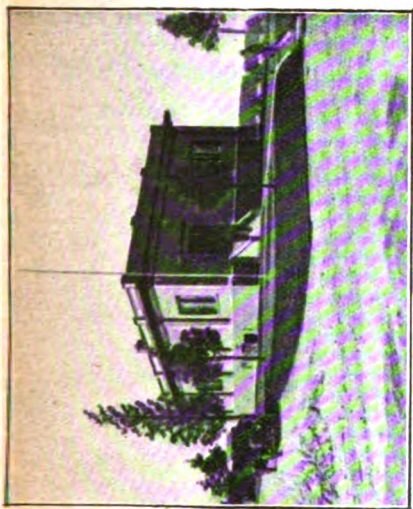


Fig. 22.

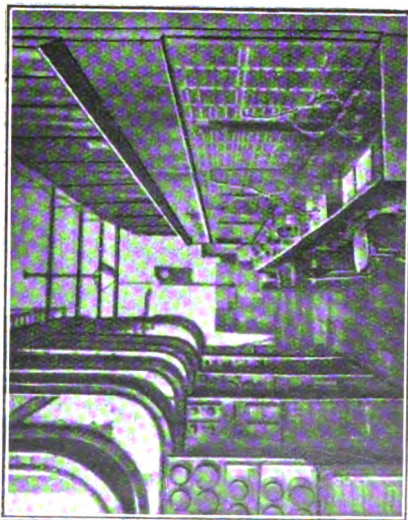


Fig. 24.

prend une génératrice à moteur pour charger la batterie « A » de 22 volts. Il existe une génératrice et une batterie de rechange. Une troisième génératrice actionnée par un moteur à gaz peut produire l'énergie dans le cas où les deux autres seraient en dérangement.

La batterie « B » de 130 volts (il en existe aussi une de rechange) se charge au moyen d'un redresseur Westinghouse à mercure de 3 kw. qui emprunte le courant à un réseau de courant alternatif.

La figure 24 donne une idée de la table d'essais du type standard pour longues distances, avec un jack par conducteur. Elle permet de contrôler les appareils reliés aux installations télégraphiques qui fonctionnent sur un des deux conducteurs des circuits téléphoniques.

La figure 25 montre un groupe de relais téléphoniques. Les rhéostats montés au centre sont les potentiomètres qui permettent de régler l'amplification suivant l'état de la ligne.

Une surveillance constante est exercée à ce poste. Le personnel comprend 12 unités de rangs divers. Deux hommes suffisent pour surveiller toute l'installation pendant la nuit. Le poste étant à plus de 3 km. de Princeton, en l'absence de tout moyen de transport public, on a mis une auto à la disposition du personnel.

LA PRODUCTION DES COURANTS A HAUTE FRÉQUENCE

PAR DES MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES

Par M. Marius LATOUR.

Dans ces dernières années, on a introduit sur une grande échelle dans les postes de télégraphie sans fil les émissions par ondes entretenues. Une des méthodes pour obtenir ces ondes entretenues ou courant à haute fréquence est basée sur l'utilisation de machines ou de transformateurs, c'est-à-dire sur les propriétés magnétiques du fer, et repose, en somme, sur le même principe que la génération des courants alternatifs usuels de distribution à basse fréquence. C'est cette méthode dont nous allons nous occuper dans la présente conférence.

I

Avant d'exposer la méthode susdite dans ses variantes, il est assez intéressant de rappeler qu'un des réels avantages des ondes entretenues tient à leur mode de réception même, dit par hétérodyne, qui est d'une très grande sensibilité.

Le dispositif de réception par hétérodyne est représenté par la figure 1, où l'on a indiqué un circuit secondaire avec un détecteur et un écouteur téléphonique en série. L'hétérodyne ou générateur local engendre des oscillations de fréquence voisine de celle des ondes reçues et on entend dans le téléphone les battements entre ces deux systèmes d'oscillations.

Dès l'utilisation de ce mode de réception en Amérique et ailleurs, on a remarqué que, par rapport à la réception avec détecteur sans hétérodyne, il présentait une sensibilité extraordinaire pour les transmissions faibles ou éloignées.

Nous avons donné (1) l'explication très simple de cette situation, que l'on n'avait pas encore donnée jusqu'alors et qui est aujourd'hui classique.

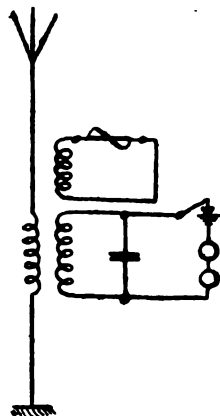


Fig. 1.

M. Abraham, dans sa conférence « sur les progrès probables dans la réception des ondes faibles en télégraphie sans fil à longue portée » qu'il présenta à la Société Internationale des Electriciens en mars 1914, s'exprimait en ces termes :

« On sait, mais c'est un fait trop peu connu, que les détecteurs à cristaux, les valves et plusieurs autres détecteurs, ne sont des redresseurs de courants alternatifs à peu près corrects que lorsqu'on les utilise pour redresser des courants intenses. Mais quand ils sont actionnés par les ondes faibles de la T. S. F. à longue portée, d'une force électromotrice souvent très inférieure à 1 volt, l'expérience montre que le courant redressé fourni par le détecteur est sensiblement proportionnel au carré de la f. e. m. alternative de l'excitation.

« Le rendement du détecteur diminue proportionnellement à la puissance des oscillations qu'il doit déceler.

« En dehors des progrès certains qui pourront être réalisés dans l'émission par l'augmentation de la puissance des stations,

(1) Voir M. Latour, *Electrical World*, 24 avril 1915 : « Sur la sensibilité de la réception à l'hétérodyne ».

Ann. des P., T. et T., 1921-I (10^e année).

l'augmentation de la longueur d'onde des antennes, et l'amélioration des procédés employés pour les exciter, il reste encore beaucoup à gagner par la transformation actuelle des procédés de réception.

« Il faudrait, à la réception, employer des dispositifs qui conservent pour les ondes faibles un aussi bon rendement que pour les ondes fortes. On rendrait alors aux émissions musicales et aux ondes entretenues toute leur efficacité. »

La réception avec l'hétérodyne réalise précisément le progrès escompté par M. Abraham.

Ce progrès ne tient nullement au principe de la réception par battements, mais à l'utilisation même d'un générateur local. Le générateur local permet, en effet, de se mettre toujours dans la situation d'avoir à redresser un courant résultant aussi fort qu'on le veut, quelque faible que soit en lui-même le courant reçu.

Considérons la résultante du courant local $I \sin \omega_1 t$ et du courant de réception $i \sin \omega_2 t$.

Si nous rapportons tout à la fréquence du courant local, nous avons :

$$I \sin \omega_1 t + i \sin \omega_2 t = I \sin \omega_1 t + i \sin (\omega_1 + (\omega_2 - \omega_1)) t = \\ \sin \omega_1 t [I + i \cos (\omega_2 - \omega_1) t] + \cos \omega_1 t [i \sin (\omega_2 - \omega_1) t]$$

Supposons $(\omega_2 - \omega_1)$ petit par rapport à ω_1 et considérons, autour de l'instant t , un temps très court par rapport à la durée de la période $\frac{2\pi}{\omega_2 - \omega_1}$ mais qui pourrait cependant comprendre plusieurs périodes de durée $\frac{2\pi}{\omega_1}$.

L'intensité maximum du courant résultant supposé de pulsation $(\omega_2 - \omega_1)$ sera, à l'instant t , la racine carrée de la somme des carrés des facteurs de $\sin \omega_1 t$ et de $\cos \omega_1 t$, soit :

$$\sqrt{I^2 + i^2 + 2 I i \cos (\omega_2 - \omega_1) t}$$

Le détecteur donnera un courant redressé proportionnel au carré de cette expression, soit à

$$I^2 + i^2 + 2 I i \cos (\omega_2 - \omega_1) t$$

Les premiers termes de cette expression étant constants, c'est le second, correspondant à une fréquence musicale donnée par la pulsation $(\omega_2 - \omega_1)$, qu'on entendra dans le téléphone.

La sensibilité de la réception sera donc proportionnelle au courant local I et l'effet à la réception sera proportionnel à l'intensité du courant de réception i .

Evidemment la sensibilité de la réception ne peut pas être indéfiniment accrue en augmentant le courant local I . En réalité cette sensibilité ne sera plus accrue, comme nous l'avons signalée en 1915, dès que le courant I correspondra à une intensité à partir de laquelle le détecteur fournit un courant redressé simplement proportionnel au courant qui le traverse. Mais quelle que soit la faiblesse du courant reçu, on pourra toujours se mettre dans les conditions de réception d'un courant fort pour lequel le détecteur opère aussi parfaitement qu'il le peut. Dans la réception sans hétérodyne, un courant de réception infiniment petit devient, après détection, un infiniment petit du second ordre ; dans la réception avec hétérodyne, un courant de réception infiniment petit reste, après détection, un infiniment petit du même ordre.

On voit tout de suite l'avantage considérable de la réception par hétérodyne pour les postes faibles ou les postes éloignés. Le mode de réception par hétérodyne, qui a coïncidé avec l'utilisation des ondes entretenues, est pour beaucoup dans la réputation des ondes entretenues d'avoir plus de portée que les ondes amorties. Nous avons d'ailleurs proposé dans un de nos brevets d'utiliser l'hétérodyne, même pour la réception en téléphonie sans fil dans le but d'augmenter la sensibilité de la réception.

II

MULTIPLICATION DE LA FRÉQUENCE BASÉE SUR LE PHÉNOMÈNE DE LA SATURATION DANS LES SUBSTANCES MAGNÉTIQUES

Si nous considérons une substance magnétique quelconque, nous savons que sa perméabilité décroît avec l'intensité du

champ magnétique et que l'induction en fonction du champ peut être représentée par une courbe ayant l'allure représentée par la courbe I de la figure 2.

On a songé à utiliser ce phénomène dit de la saturation magnétique pour obtenir une multiplication de la fréquence f d'un courant donné. Cette idée exprimée par Epstein a été développée en France d'abord par Léonard et Weber (1907) et ensuite par Maurice Joly et Bethenod. C'est d'ailleurs Léonard et Weber qui ont fait connaître le montage avec deux transformateurs que nous allons décrire (voir *Lumière électrique*, 21 juillet 1906).

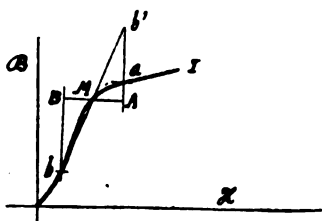


Fig. 2.

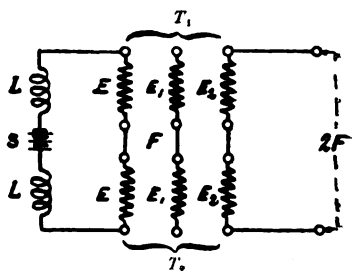


Fig. 3.

Doublage de la fréquence. — On dispose de deux transformateurs semblables T_1 et T_2 comportant trois enroulements E , E_1 , E_2 (voir figure 3).

Les enroulements E sont traversés par du courant continu (provenant d'une source S avec bobine de protection L). Les ampères-tours fournis par le courant continu sont tels que le circuit magnétique de chaque transformateur est saturé, c'est-à-dire soumis à une induction à partir de laquelle la perméabilité magnétique du fer diminue notablement. Les enroulements E_1 sont traversés par le courant alternatif de fréquence primaire f .

Si l'enroulement E_1 est de même sens que l'enroulement E dans le transformateur T_1 , il est de sens contraire à celui de l'enroulement E dans le transformateur T_2 , ou inversement. En ce qui concerne les enroulements E_2 , ils sont, dans chaque transformateur T_1 et T_2 , de même sens que les enroulements E ou chaque fois de sens contraire à ces derniers ; il en résulte que

si l'enroulement E_2 est de même sens que l'enroulement E_1 dans un transformateur, il est de sens opposé à l'enroulement E_1 dans l'autre transformateur. En d'autres termes, les circuits secondaires E_2 des transformateurs T_1 et T_2 sont montés en opposition par rapport aux circuits primaires E_1 .

Supposons les secondaires E_2 à circuit ouvert et imaginons qu'un courant sinusoïdal de fréquence f traverse les enroulements E_1 .

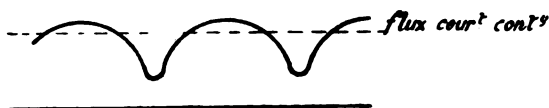


Fig. 4.



Fig. 5.

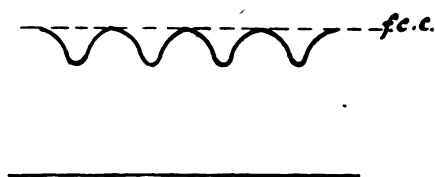


Fig. 6

Dans chaque transformateur, chaque fois que les ampères-tours produits par le courant de fréquence f s'ajoutent aux ampères-tours continus, ils sont relativement impuissants à accroître le flux de façon notable, mais chaque fois au contraire qu'ils se soustraient des ampères-tours continus, ils diminuent le flux d'une façon relativement importante. Le flux dans chaque transformateur oscille alors très peu au-dessus et beaucoup au-dessous de la valeur du flux donné par les ampères-tours continus supposés seuls existants. A noter que par suite du sens relatif d'enroulement défini plus haut des enroulements E_1 par rapport aux enroulements E_2 , lorsque les ampères-tours alterna-

tifs s'ajoutent aux ampères-tours continus dans un transformateur, ils s'en retranchent dans l'autre au même moment et inversement.

Cherchons à déterminer les flux embrassés par les enroulements E_2 des transformateurs T_1 , T_2 et prenons chaque fois comme sens positif celui des flux continus qui traversent ces enroulements dans chaque transformateur. On vérifie alors sans peine que si la courbe de la figure 4 représente la variation de flux dans l'enroulement E_2 du transformateur T_1 , c'est la courbe de la figure 5 qui représente la variation de flux dans l'enroulement E_2 du transformateur T_2 . La valeur du flux total embrassé



Fig. 7.

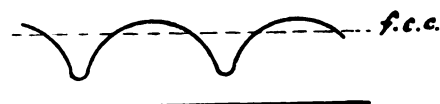


Fig. 8.

par les deux enroulements E_2 est finalement représentée par la somme des courbes des figures 4 et 5 telle que représentée par la courbe de la figure 6. On remarque aussitôt que la fréquence de variation de ce flux total est $2f$ et par conséquent la tension résultante induite dans les enroulements E_2 est bien de fréquence $2f$.

En se reportant à la figure 2, on voit que, pour une amplitude $\frac{AB}{2}$ du champ alternatif de la fréquence primaire, l'amplitude de l'induction alternative pour la fréquence secondaire sera $\frac{Bb - Aa}{2} = \frac{ab'}{2}$.

Triplage de la fréquence. — Avec les éléments que nous venons de représenter, on peut faire davantage et arriver à tripler la fréquence fondamentale.

Si on travaille avec une induction continue un peu plus élevée et si l'on admet dans chaque transformateur de la figure 3

une variation de flux suffisante au-dessous de la valeur continue, les demi-ondes inférieures dans les courbes des figures 4 et 5 prennent une allure pointue très marquée ainsi que le repré-

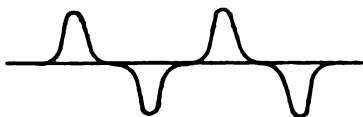


Fig. 9.

sentent les figures 7 et 8. Ceci tient à ce que la perméabilité du circuit magnétique augmente d'autant plus que les ampères-tours alternatifs ont une plus grande valeur démagnétisante de telle sorte que les dépressions de la courbe du flux ont tendance à s'accroître nettement.

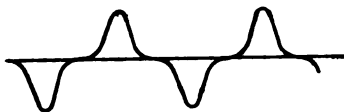


Fig. 10.

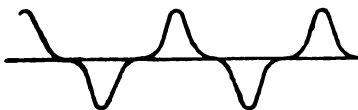


Fig. 11.

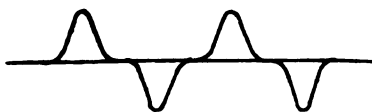


Fig. 12.

Imaginons que nous couplions les deux enroulements E_2 dans un sens opposé à celui dans lequel ils sont couplés dans la figure 3; le flux résultant total embrassé par les deux enroulements E_2 sera alors la différence des courbes des figures 7 et 8 et non plus la somme comme dans la figure 6. On a représenté cette différence par la courbe de la figure 9. On voit immédiatement que cette courbe du flux total à ondes pointues comprend l'har-

monique 3 d'une façon très marquée. On peut dégager cette harmonique par un circuit résonant à la façon habituelle.

Mais supposons que nous ayons des courants triphasés à notre disposition et que nous effectuions sur chaque phase la même opération avec deux transformateurs. Nous aurons alors trois



Fig. 13.

courbes de flux décalées de 120° telles que celles représentées par les courbes des figures 10, 11 et 12. Si nous couplons maintenant tous les enroulements E_2 des 6 transformateurs en série, le flux résultant total donné par les trois phases sera représenté par la courbe de la figure 13 qui est la somme des courbes représentées par les figures 10, 11 et 12 et où il ne reste plus que l'harmonique 3 parfaitement isolée.

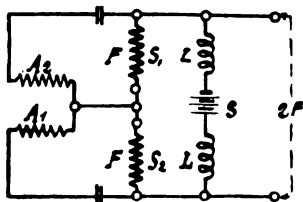


Fig. 14.

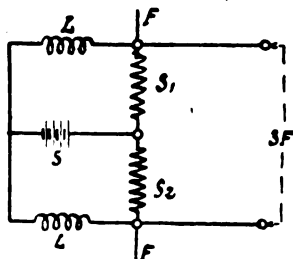


Fig. 15.

Remarquons que dans le cas du doublage décrit plus haut l'emploi de courants diphasés présenterait également l'avantage d'isoler plus parfaitement la fréquence double ou l'harmonique 2 et que l'emploi de courants diphasés dans le cas du doublage est, de ce fait, à recommander (1).

Doublage et triplage avec bobines de self. — Dans le doublage avec bobines de self, comme nous l'avons indiqué il y a quelques années (2), on s'arrange simplement de façon à pouvoir confondre

(1) Brevet français Latour n° 490.950.

(2) Brevet français n° 491.183.

les enroulements E , E_1 , E_2 en un seul. On y arrive, pour le doublage, en divisant la source génératrice en deux circuits distincts avec une borne commune ainsi que le représente la figure 14. On remarque immédiatement dans cette figure que, tandis que les bobines de self S_1 , S_2 sont traversées par le courant de fréquence $2f$ dans un même sens donné, elles sont bien traversées dans un sens opposé par le courant de fréquence f . Le même bobinage sert également pour l'alimentation à courant continu.

Le triplage se fait également très simplement avec des bobines de self suivant le schéma représenté par la figure 15.

L'avantage des dispositions avec bobines de self est évident au

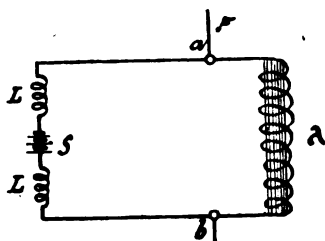


Fig. 16.

point de vue du rendement et de l'encombrement et il n'y a pas lieu d'insister autrement sur ce point.

On pourrait faire davantage et chercher à réaliser les bobines de self avec les enroulements induits du générateur même en faisant traverser ces enroulements par du courant continu, mais cette combinaison conduirait à des échauffements excessifs.

On doit concevoir que, d'une façon générale, en spéculant sur le phénomène de la saturation, on peut multiplier la fréquence par un facteur quelconque. La vérité est que le phénomène de la saturation fait apparaître des harmoniques de tout ordre dans la tension aux bornes d'une bobine de réactance λ traversée par un courant alternatif de fréquence f (fig. 16). L'importance de ces harmoniques diminue seulement avec leur ordre.

Rendement. — Si l'on se reporte à la courbe d'aimantation du fer, il faut, pour que le phénomène de la multiplication de la fréquence apparaisse d'une façon appréciable, que la grandeur de

la variation d'induction provoquée par le courant alternatif primaire autour du point qui représente l'induction permanente à courant continu soit assez notable. Cette variation sera par exemple de 6 à 8.000 gauss pour les fréquences de 20.000 périodes et au-dessus qui entrent en jeu dans les appareils pour télégraphie et téléphonie sans fil. Cette variation correspond, au point de vue des pertes dans le fer, à une induction propre moitié moindre ; elle sera donc par exemple de 3.000 à 4.000 gauss.

Mais, on démontre que, au point de vue des pertes dans le fer il y a intérêt, dans les transformateurs ordinaires, à diminuer l'induction employée, au fur et à mesure que la fréquence augmente. Pour les fréquences très élevées, il conviendrait en réalité d'employer des inductions très faibles, de l'ordre de quelques centaines de gauss.

La multiplication de la fréquence, dès qu'il s'agit d'une fréquence primaire élevée, ne peut donc pas se faire avec un bon rendement, puisqu'on est conduit à travailler avec une variation d'induction correspondant à une induction proprement dite beaucoup trop élevée pour la fréquence considérée.

Nous avons songé à améliorer le rendement en utilisant au lieu du fer une substance magnétique moins perméable que le fer, mais ayant une courbe d'aimantation de même allure (1), c'est-à-dire présentant un coude prononcé, dû à une saturation rapide.

Certains alliages, fer-nickel, semblent répondre précisément à ces conditions. La variation d'induction nécessaire pour faire apparaître le phénomène de la multiplication de la fréquence est alors beaucoup moins grande, trois ou quatre fois moindre environ, qu'avec le fer ; on peut donc travailler avec des variations d'induction plus en rapport avec l'induction optimum que l'on doit admettre pour les hautes fréquences.

Il est possible de mélanger au nickel toute substance propre soit à exagérer le coude de sa courbe d'aimantation, soit à augmenter sa résistivité pour réduire les courants de Foucault,

(1) Voir brevet français Latour n° 491.184.

soit à réduire son coefficient de pertes par hystérésis, soit à diminuer même sa perméabilité.

Le métal sera, bien entendu, employé sous la forme de tôle la plus mince possible.

Dans ces conditions, il semble que le phénomène de la multiplication de la fréquence par transformateurs ou bobines de self pourrait être utilisé pour des fréquences qui ne peuvent pas à ce jour être produites industriellement par des alternateurs.

III

LES ALTERNATEURS A HAUTE FRÉQUENCE

On est arrivé, depuis quelques années, à réaliser industriellement des alternateurs de grande puissance (c'est-à-dire en l'espèce atteignant ou dépassant 100 Kwa) dont la fréquence propre correspond déjà à celle des oscillations électriques des antennes de télégraphie sans fil. On a pu ainsi établir l'alimentation directe des antennes par des alternateurs sans la complication d'une transformation quelconque.

Nous croyons pouvoir classer sous les dénominations suivantes les différents systèmes susceptibles de conduire à une exécution pratique et industrielle :

- 1° Machines en cascade ;
- 2° Machines à cascades internes ;
- 3° Machines homopolaires à disque ;
- 4° Machines à réluctance variable homopolaire ;
- 5° Machines à utilisation partielle de la périphérie.

1° *Machines en cascade.* — M. le général Ferrié s'intéressait déjà en 1904 à la génération industrielle des courants à haute fréquence, et il nous posa, dès cette époque, le problème d'obtenir des courants de l'ordre de 80.000 p.-sec. On avait déjà construit des machines de 10.000 p.-sec. ; en particulier M. Lamme avait présenté devant l'American Institute of Electrical Engineers, en 1904, les spécifications d'une machine homopolaire dont nous parlerons plus loin et qui, avec des vitesses périphériques relativement modérées, donnait quelques kilowatts à 10.000 p.-sec.

La production d'une fréquence de l'ordre de 80.000 p.-sec. ne nous paraissait guère possible sans l'emploi d'artifices nouveaux et nous songeâmes alors à la mise de plusieurs machines en cascade pour obtenir la fréquence demandée. Ce dispositif est représenté par la figure 17.

Soit, à titre d'exemple, quatre machines à pôles alternés A_1-B_1 , A_2-B_2 , A_3-B_3 , A_4-B_4 , de même nombre de pôles, montées sur le même arbre. Les parties fixes et mobiles portent des enroulements que nous supposerons diphasés. La machine A_1-B_1 , étant excitée par du courant continu en A_1 donne des courants diphasés de fréquence f dans B_1 . Les courants de fréquence f ainsi obtenus dans B_1 sont recueillis par l'intermédiaire de bagues, non repré-

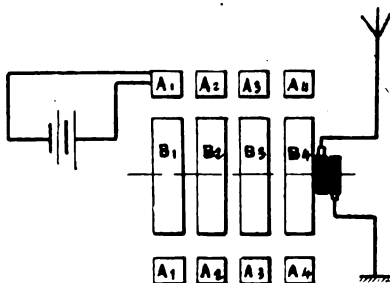


Fig. 17.

sentées sur la figure, et alimentent des enroulements diphasés disposés sur l'inducteur A_2 de la machine A_2-B_2 de façon que le champ tournant ainsi produit se déplace en sens inverse du sens de rotation de l'arbre ; les courants obtenus dans B_2 sont alors des courants diphasés de fréquence $2f$. Ces derniers courants sont recueillis à nouveau pour alimenter l'inducteur A_3 de la machine A_3-B_3 de façon que le champ tournant ainsi développé tourne en sens inverse de la rotation de l'arbre : les courants obtenus dans B_3 sont alors des courants de fréquence $3f$. Les courants de fréquence $3f$ servent enfin à alimenter en A_4 la machine A_4-B_4 . On arrive ainsi à recueillir dans l'induit B_4 un courant de fréquence $4f$ qui alimente l'antenne. On conçoit immédiatement qu'en multipliant le nombre de machines on arriverait à multiplier la fréquence indéfiniment. Avec n machines, on obtiendra la fréquence nf , f désignant la fréquence propre de chaque machine.

On peut arriver à supprimer la complication des bagues entre les circuits successifs ainsi que les bagues en B_i en faisant jouer alternativement aux parties fixes et mobiles le rôle d'inducteur et d'induit. Il suffit que, dans la figure, les inducteurs soient A_1, B_1, A_2, B_2 et que les induits soient B_1, A_2, B_2, A_1 . Les connexions entre machines peuvent être faites avec interposition de capacités pour annuler la réactance des enroulements.

Lorsque nous proposâmes une disposition de ce genre, on nous signala des antériorités et nous abandonnâmes la question. Les détails nouveaux que nous apportons, multiplication de la fréquence avec bobinages polyphasés et non monophasés et suppression éventuelle des bagues, ont cependant une réelle valeur de réalisation. Quoi qu'il en soit, aucune tentative d'exécution n'avait été faite ni à l'étranger ni en France jusqu'en 1912. A cette date M. Bethenod construisit le premier alternateur à haute fréquence basé sur le principe de la figure 17. Dans cet alternateur d'essai, chaque machine élémentaire avait une fréquence propre de 6.000 p.-sec. sous la vitesse périphérique de 120 m.-sec. Bien que cet alternateur fût construit avec des tôles relativement à fortes pertes pour la haute fréquence (tôles au silicium de 0 mm. 25 d'épaisseur), M. Bethenod obtint dans une antenne une puissance de l'ordre du kilowatt à la fréquence

$$4 \times 6.000 = 24.000 \text{ p.-sec.}$$

On voit assez facilement les conditions de fonctionnement du système représenté par la figure 1. La première machine $A_1 - B_1$ fonctionne uniquement comme générateur; la deuxième machine $A_2 - B_1$ fonctionne moitié comme générateur et moitié comme transformateur; la troisième machine $A_2 - B_2$ fonctionne au $1/3$ comme générateur et aux $2/3$ comme transformateur; la quatrième machine au $1/4$ comme générateur et aux $3/4$ comme transformateur. D'une façon générale, la $n^{\text{ième}}$ machine fonctionnerait au $\frac{1}{n}$ comme générateur et aux $\frac{n-1}{n}$ comme transformateur.

2^o *Machines à cascades internes.* — M. P. Boucherot a énoncé

en 1893 (voir *La Lumière électrique* du 25 mars 1893, p. 554) le théorème suivant :

« Dans un alternateur à courant alternatif simple et à pôles alternés, l'induit est le siège d'une force électromotrice et d'un courant représentés par une série infinie de termes impairs de la série de Fourier et les inducteurs le siège d'une force électromotrice et d'un courant représentés par une série infinie de termes pairs de la série de Fourier. »

M. Boucherot a écrit ensuite :

« Les coefficients des courants de fréquences successives vont naturellement en décroissant et décroissent très rapidement à

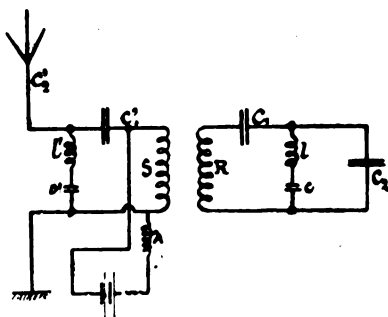


Fig. 18.

cause de la self-induction des deux circuits qui réduit d'autant plus les valeurs des intensités que la fréquence est plus grande. Mais il ne faudrait pas croire que ce soit un fait inévitable ; il est possible de faire croître les coefficients au lieu de les faire décroître ; il est également possible de les faire croître jusqu'au $n^{\text{ième}}$ terme, puis décroître ensuite à l'aide des propriétés remarquables des condensateurs, ce qui permet d'obtenir des courants de fréquence très élevée et de faire des machines donnant toutes sortes de fréquence, mais dont les courants d'une fréquence donnée seraient les plus intenses et pourraient, par conséquent, être considérés comme courants principaux. »

La machine de M. Goldschmidt représentée schématiquement par la figure 18, a été la mise en œuvre en 1907 des idées exprimées par M. Boucherot en 1893.

Le stator et le rotor de l'alternateur monophasé à haute fré-

quence du type Goldschmidt sont indiqués dans la figure 18 par les lettres S et R.

Dans cet alternateur, on met en évidence les fréquences impaires f et $3f$ dans le rotor et les fréquences paires $2f$ et $4f$ dans le stator; cette dernière fréquence $4f$ devient à proprement parler la fréquence d'utilisation. Le rotor est fermé sur un système d'inductances et de capacités tel que le rotor puisse entrer à la fois en résonance sur les deux fréquences impaires f et $3f$; dans ce but la dérivation $l - c$ étant constituée de façon à établir un court-circuit pour la fréquence f , la capacité C_1 est prise de valeur telle qu'elle équilibre la réactance du rotor à la fréquence f , et la capacité C_2 est prise de valeur telle que, combinée avec la dérivation $l - c$ et la capacité C_1 , elle équilibre la réactance du rotor à la fréquence $3f$. Sur le stator excité par du courant continu à travers l'inductance de protection λ , on établit un système d'inductances et de capacités l', c', C'_1, C'_2 , absolument analogue pour permettre la mise en résonance du stator sur les fréquences $2f$ et $4f$. La capacité C'_2 est, en fait, représentée par le circuit d'antenne.

Cette machine ne se distingue pas notablement ni dans son principe, ni dans sa valeur pratique, du système comportant des machines en cascades.

Le courant de fréquence f engendré dans le rotor donne lieu, par rapport au rotor, à un champ alternatif que l'on décompose, suivant le théorème de Fresnel transposé en électrotechnique, en deux champs tournants de grandeur moitié. L'un de ces champs tournants se déplace dans le sens même du sens de rotation du rotor à la fréquence f et développe par suite un courant de fréquence $2f$ dans le stator, suivant le principe même du montage des machines en cascade. Ce courant de fréquence $2f$ donne lieu à un champ alternatif qui se décompose à son tour en deux champs tournants dont l'un tourne en sens inverse du sens de rotation de l'arbre et développe, toujours sur le principe des machines en cascade, un courant de fréquence $3f$ dans le rotor. Ce courant de fréquence $3f$ donne lieu encore à un champ tournant de fréquence $3f$ qui, entraîné par le rotor, donne un cou-

rant de fréquence $4f$ dans le stator. En somme, la machine de la figure 18 présente essentiellement la particularité de totaliser en une seule machine l'ensemble des quatre machines en cascade de la figure 17; mais la totalisation de plusieurs machines en une seule est sans conséquence au point de vue du rendement et de la puissance spécifique ainsi que nous l'avons déjà démontré (*La Lumière électrique* du 22 juin 1912, p. 357).

En effet, considérant les pertes dans le fer, nous pouvons dire : un champ tournant par rapport au fer et à une vitesse quelconque ω dans un sens arbitraire, positif ou négatif, donne lieu à des pertes p . Ainsi des champs tournants à des vitesses *différentes en grandeur ou en signe* $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots$ donneront lieu, considérés isolément, à des pertes $p_1, p_2, p_3, \dots$. Or, si tous ces champs tournants *différents* coexistent, ils donnent lieu à des pertes totales qui sont simplement égales à la somme des pertes $p_1 + p_2 + p_3 + \dots$.

Considérant les pertes dans le cuivre, nous pouvons dire également : un système de courants i engendrant un champ tournant à une vitesse ω dans un sens arbitraire, positif ou négatif, donne lieu, dans les enroulements donnés, à certaines pertes par effet Joule w . Ainsi des systèmes de courants $i_1, i_2, i_3, \dots$ engendrant des champs tournants à des vitesses *différentes en grandeur ou en signe* donneront lieu, considérés isolément, à des pertes $w_1, w_2, w_3, \dots$. Or, si tous ces systèmes de courants *différents* coexistent dans les mêmes enroulements, ils donnent lieu à des pertes totales qui sont simplement égales à la somme des pertes $w_1 + w_2 + w_3 + \dots$.

Si l'on totalise les pertes de toutes les machines dans une seule, il en résulte très simplement que, pour retrouver le même échauffement, on devra donner à la machine unique la largeur de plusieurs machines mises côte à côte et qu'il n'y aura aucun bénéfice.

A ce propos, remarquons qu'il résulte des considérations ci-dessus, déjà formulées par nous dans *La Lumière électrique* en 1912, que, dans les machines à haute fréquence à pôles alternés ainsi que dans toutes les machines où l'on travaille loin de la

saturation, le rendement électrique est indépendant de l'échauffement, c'est-à-dire de la surcharge.

En doublant le flux inducteur et le débit on quadruple les pertes, mais on quadruple aussi la puissance. Le rapport entre les pertes et la puissance débitée reste constant. La puissance volumique est ainsi limitée par la faculté d'évacuation de la chaleur produite. On voit aussitôt l'avantage du refroidissement artificiel. Ce refroidissement est d'autant plus avantageux que les grandes vitesses périphériques admises dans les machines à haute fréquence entraînent de grandes pertes par ventilation qui sont relativement d'autant plus faibles que la puissance débitée est plus grande.

3° *Machines homopolaires à disque.* — La machine homolaire ou à fer tournant ne comporte pas d'enroulement sur la partie mobile. C'est là un avantage important dès que l'on envisage des vitesses périphériques élevées. Aussi cette machine a-t-elle été utilisée dès la première heure pour réaliser des fréquences élevées. M. Thury a construit, de 1893 à 1900, un certain nombre de machines homopolaires à 10.000 p.-sec. (une dizaine environ). Une de ces machines était exposée en 1896 à l'Exposition de Genève (voir l'*Éclairage électrique* du 24 octobre 1896, p. 157). Cette machine était du type homolaire « à cloche » préconisé par M. Thury à cette époque. L'inducteur tournant comportait 200 projections polaires et tournait à 3.000 t.-min. pour la fréquence 10.000 p.-sec. A cette fréquence, elle fournissait une puissance de 3 à 4 kilowatts ; sa tension à vide était de 150 v.

En 1904, M. Lamme a également construit une machine homolaire dont il a fait connaître les détails de construction à l'American Institute of Electrical Engineers. Cette machine est du type absolument normal, mais c'est la première fois qu'on voit apparaître des tôles spéciales de faible épaisseur (0 mm. 075) dans la constructions des machines électriques. Le diamètre de l'inducteur était de 62 centimètres et la vitesse de rotation de 3000 t.-min. La vitesse périphérique était, par conséquent, de 100 m.-sec. Il semble qu'en poussant davantage l'excitation de

cette machine et en utilisant une capacité en série avec l'induit pour lever la réactance on aurait pu obtenir une puissance bien plus élevée que celle indiquée par M. Lamme (2 kw.)

M. Alexanderson a construit les machines homopolaires sous la forme à disque pour pouvoir admettre des vitesses périphériques plus élevées de 200 à 300 m.-sec. La figure 19 représente une machine homopolaire construite suivant Alexanderson. La bobine B donne lieu à un champ continu qui traverse le disque A et l'induit feuilleté C. Le disque porte de part et d'autre des proéminences polaires radiales, et l'induit un enroulement dont les conducteurs sont disposés dans des encoches radiales.

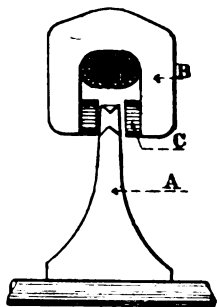


Fig. 19.

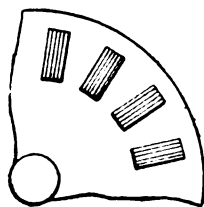


Fig. 20.

M. Alexanderson a d'abord cherché à réduire les pertes par ventilation en disposant des pièces non magnétiques entre les proéminences polaires du disque de façon à réaliser une surface de révolution parfaitement lisse. Il a ensuite transformé ces pièces non magnétiques en pièces conductrices réunies extérieurement entre elles de façon à constituer une cage d'écureuil sur chaque face du disque. Un semblable système amortisseur peut réduire les pertes dues au débit de la machine.

En réalité, on pourrait feuilletter les pièces polaires en les reportant dans des fenêtres établies dans un disque plein en bronze conducteur comme le représente la figure 20. On réduirait de cette façon au minimum les pertes dans la partie mobile.

Il convient ici d'attirer l'attention sur une particularité de la caractéristique à vide des machines homopolaires signalée depuis longtemps. Cette caractéristique n'a pas l'allure de la caractéris-

tique à vide des machines à pôles alternés rappelant celle de la courbe d'aimantation du fer, mais bien une allure telle que celle représentée par la figure 21. La tension à vide, après avoir augmenté avec l'excitation, passe par un maximum et décroît ensuite avec l'excitation.

La raison de cette particularité est connue. La saturation, en effet, intervient ici pour deux raisons. Elle intervient d'abord à la façon habituelle en diminuant l'accroissement du flux par rapport à l'accroissement d'excitation, et elle intervient ensuite en tendant à effacer les pôles du rotor en quelque sorte, puisque

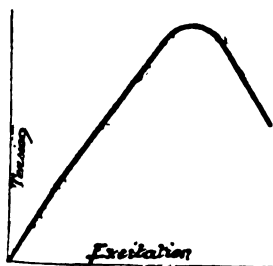


Fig. 21.

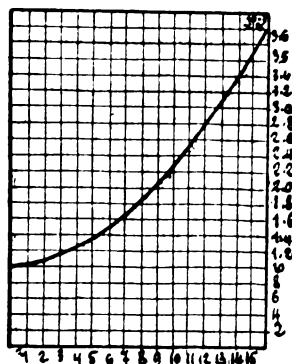


Fig. 22.

les intervalles vides en arrivent à émettre du flux comme les proéminences polaires. La différence d'émission de flux entre les intervalles vides et les proéminences polaires, qui constitue à proprement parler la variation de flux dans la machine, tend donc à disparaître avec la saturation.

L'effet de ces deux raisons combinées est qu'il y a un maximum de tension pour une certaine excitation. Si l'on veut tirer la puissance maximum de la machine, on travaillera près de cette tension maximum qui ne correspondra pas généralement à une variation de flux excessive dans les dents de l'induit. Mais, dans ces conditions, on n'aura plus le droit de dire, comme nous l'avons fait pour les machines à pôles alternés, que le rendement électrique de la machine homopolaire est indépendant de la surcharge. En effet, la surcharge ne pourra cette fois être introduite

que par le débit, et le raisonnement simple que nous avons fait ne peut plus s'appliquer. Les pertes introduites ne seront généralement plus proportionnelles au débit et le rendement électrique diminuera avec la surcharge.

Une autre observation qu'il convient de faire sur les machines homopolaires vise les pertes par hystérésis.

Suivant les mesures de M. John D. Ball, rapportées par Steinmetz (*Theory and calculation of electric circuits*, 1917, p. 76), lorsqu'on passe d'une induction B_1 à une induction B_2 , de façon à obtenir une variation alternative d'induction $\frac{B_1 - B_2}{2}$, les pertes

par hystérésis sont d'autant plus grandes que l'induction moyenne $\frac{B_1 + B_2}{2}$ est plus élevée. En d'autres termes, le coefficient dit

de Steinmetz dépend de la valeur de l'induction moyenne autour de laquelle se fait la variation du flux considérée. La figure 22 donne la valeur de η en fonction de $\frac{B_1 - B_2}{2}$. On voit, d'après

cette courbe, qu'à l'induction moyenne de 10.000 gauss, par exemple, les pertes par hystérésis sont multipliées par 2,3 et à 14.000 par 3,5.

On arriverait donc à cette conclusion que, dans les machines homopolaires, les pertes par hystérésis sont plus élevées que dans les machines à pôles alternés, et que la finesse des tôles ou leur teneur en silicium visant à la seule réduction des pertes par courants de Foucault importe moins que dans ces dernières.

Cette observation sur les pertes par hystérésis s'étend également aux doubleurs et aux tripleurs décrits précédemment dans lesquels l'induction alternative oscille autour d'une valeur continue moyenne importante.

4° *Machines à réluctance variable homopolaires.* — Une première forme de la machine à réluctance variable est représentée par la figure 23. Elle comporte un enroulement d'excitation sur le stator qui peut, ainsi que M. Bethenod l'a indiqué, constituer en même temps l'enroulement d'induit à la condition d'intercaler une inductance de protection comme représenté sur la figure.

Lorsque les dents du rotor sont en face des dents du stator, on a un flux maximum dans l'induit; lorsque les intervalles vides sont en face des dents, on a un flux minimum. On obtient ainsi une force électromotrice qui a la même fréquence que celle d'une machine homopolaire comportant le même nombre de dents ou projections polaires au rotor, bien que le nombre d'encoches sur le stator soit réduit de moitié. Il est vrai que les encoches doivent livrer passage cette fois au courant continu. Le rotor est nécessairement feuilleté puisque le flux varie dans ce dernier.

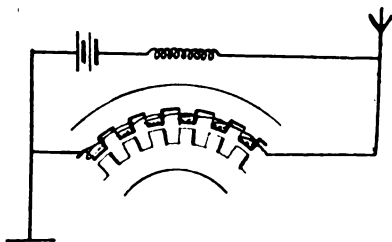


Fig. 23.

Dès qu'on envisage une fréquence élevée, les dents du rotor sont fines et rapprochées et les variations du flux effectives dans l'induit sont très faibles par rapport au flux total. Cependant le flux change de signe dans chaque dent rotorique de la valeur totale du flux, pour un déplacement correspondant à un intervalle polaire; c'est

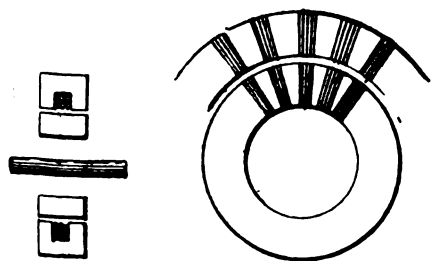


Fig. 24.

Fig. 25.

dire que les pertes dans le rotor peuvent être considérablement plus grandes que dans le stator. Le rendement de la machine à impédance variable, sous cette forme, devient bientôt très inférieur à celui

d'une machine homopolaire dont les proéminences polaires du rotor sont toujours traversées par un flux de même signe.

Mais la machine à impédance variable peut prendre également la forme homopolaire. Il suffit de se représenter une machine homopolaire, entièrement feuilletée parallèlement à l'arbre, dont le stator à encoches ouvertes et sans enroulement comporte un nombre de dents égal au stator et au rotor (voir fig. 24 et 25) (1).

(1) Brevet américain Latour n° 1.330.638.

On remarque aussitôt que la bobine centrale d'excitation est, absolument comme dans le cas de la figure 23, traversée par un flux maximum ou minimum suivant que les dents du stator sont en face des dents du rotor ou que les intervalles vides d'un des organes sont en face des dents de l'autre. Cette fois le flux ne change jamais de signe dans les dents du rotor et l'on a, au point de vue des pertes, tous les avantages de la machine homopolaire.

Théoriquement, comme il n'y a pas de conducteurs à loger dans les intervalles vides du stator, cette machine présente la propriété remarquable de pouvoir être exécutée directement pour une fréquence quelconque. Si l'on suppose, par exemple,



Fig. 26.



Fig. 27.

une vitesse périphérique de 150 m.-sec., on aboutirait avec des dents de l'ordre du millimètre à une fréquence de près de 100.000 p.-sec. Mais, en réalité, il faudrait supposer que l'entrefer diminue avec la largeur des dents, ce qui

est mécaniquement impossible. On verrait sans peine, en effet, que la réluctance pour les deux positions extrêmes représentées par les figures 26 et 27 devient sensiblement la même dès que la largeur des dents descend à l'ordre de grandeur de l'entrefer. Avec un entrefer de 0 mm. 5 on peut cependant admettre avec avantage des dents de 2 millimètres et obtenir directement une fréquence de l'ordre de 40.000 p.-sec.

Il existe un moyen d'accroître la différence entre le flux maximum et le flux minimum correspondant aux deux positions extrêmes des figures 26 et 27. Il consiste à disposer dans les intervalles vides du stator et du rotor des pièces conductrices faisant fonction d'amortisseur pour le flux émis par les faces latérales des dents.

Dans la position représentée par la figure 26 (flux maximum) une dent émet un flux dans l'entrefer, plus deux flux latéraux identiques. Dans la position représentée par la figure 27 (flux minimum), une dent émet quatre flux identiques qui vont de la surface d'entrefer à la face latérale d'une dent.

Considérons l'excitation faite par un courant unité et soient :
 Φ , le flux d'entrefer d'une dent dans la position de la figure 26 ;
 φ , un flux latéral émis sur chaque face de dent dans la position de la figure 26 ;

ψ , un flux allant de la surface d'entrefer à la surface latérale d'une dent dans le cas de la figure 27.

Le flux embrassé par l'induit oscille entre les valeurs

$$(\Phi + 2\varphi) \text{ et } 4\psi.$$

Si l'on supposait que l'on puisse disposer des pièces conductrices faisant fonction d'amortisseur absolu, le flux émis par les faces latérales des dents ne pourrait pas varier. Du fait des courants d'amortissement, on peut dire qu'il se fixerait à la valeur moyenne

$$\frac{\varphi + \psi}{2}$$

Le flux oscillerait donc cette fois entre les valeurs

$$(\Phi + \varphi + \psi) \text{ et } 2(\varphi + \psi)$$

On se rendrait compte, par une application numérique, de l'amélioration notable introduite ainsi par des amortisseurs *théoriques*.

Au point de vue du débit $I \sin \omega t$, les amortisseurs peuvent avoir encore théoriquement un effet très important. Ils diminuent le flux de réaction et les pertes qu'il occasionne. On démontre qu'il n'existe comme flux alternatif de réaction possible que celui qui correspond au flux d'entrefer Φ proprement dit. En effet, le flux variable émis par la face des dents est de la forme

$$I \frac{\psi + \varphi}{2} \sin \omega t + I \frac{\psi - \varphi}{4} [\cos \alpha - \cos (2\omega t - \alpha)]$$

Dans cette formule α indique un décalage arbitraire.

La partie alternative du flux est totalement annulée par les amortisseurs. La partie continue du flux n'occasionne pas de pertes.

Les machines à réluctance variable peuvent donner lieu à une multiplication de la fréquence analogue à celle réalisée dans les machines à pôles alternés par l'alternateur Goldschmidt. Il suffit d'avoir en mémoire le deuxième théorème de M. Boucherot (*La*

Lumière électrique du 4 mars 1893, p. 500), à savoir que « dans une machine à pôles non alternés, l'inducteur et l'induit sont le siège de courants représentés par tous les termes pairs et impairs de la série de Fourier ».

Ainsi, au point de vue du doublage de la fréquence, le débit d'un courant $I \sin \omega t$ donne lieu à un flux de réaction

$$\frac{I \Phi}{2} \sin \omega t - \frac{I \Phi}{4} [\cos \alpha - \cos (2 \omega t - \alpha)]$$

qui fait apparaître la tension de fréquence double.

En réalité, pour obtenir un effet d'amortisseur pratiquement élevé, il faut que la largeur des intervalles vides, c'est-à-dire la largeur des pièces conductrices, soit assez grande en considération de la fréquence du courant engendré. En d'autres termes, il faut que la largeur de ces intervalles soit sensiblement plus grande que l'épaisseur de pénétration des ondes dans le milieu conducteur, à la fréquence considérée. On trouve ainsi finalement que, pour obtenir un rendement satisfaisant de la machine homopolaire à réductance variable, on ne doit pas rechercher des fréquences trop élevées avec des vitesses périphériques réduites.

Une machine de 10 kilowatts de ce type que nous avons fait construire pour 30.000 périodes à la vitesse périphérique de 150 mètres s'est révélée d'un rendement inférieur à une machine du type à *utilisation partielle de la périphérie* (que nous décrivons sous le titre suivant) travaillant dans les mêmes conditions de vitesse.

Une infériorité essentielle de cette machine provient du sens de feuilletage qui fait que les flux de fuite sont émis perpendiculairement au plan des tôles et donnent lieu à des pertes excessives. On pourrait bien imaginer un feuilletage différent en courbant des tôles pour contourner la bobine circulaire, mais ce serait une complication dans la construction.

Cette machine qui était une nouveauté à essayer restera peut-être intéressante sous une forme de construction spéciale sur laquelle nous reviendrons plus tard.

5° *Machines à utilisation partielle de la périphérie*. — La difficulté que l'on rencontre à construire une machine usuelle à

pôles alternés ou homopolaires pour de très hautes fréquences, sans augmenter la vitesse périphérique, consiste dans l'impossibilité pratique où l'on se trouve de loger le bobinage dans les encoches devenues trop étroites. Ainsi, avec 150 m.-sec. de vitesse périphérique, le pas polaire est pour 30.000 p.-sec. de 2,5 mm.

En réservant 2 millimètres seulement pour la largeur des dents, il ne reste que 0,5 mm. pour l'encoche. Mais on peut alors songer à ne disposer sur une machine qu'une fraction des pôles nécessaires, quitte à combiner plusieurs machines pour distribuer entre elles la totalité des pôles. Ainsi, au lieu d'une seule

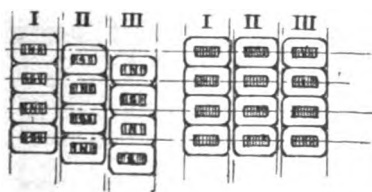


Fig. 28.

machine, on peut considérer un système de trois machines I, II, III (voir figure 28), dans lequel la succession des pôles se fait en passant d'une machine à l'autre et en omettant deux pôles sur trois dans chaque machine. La place restée disponible par les pôles absents permet alors de loger plus facilement le bobinage. La figure 28 qui représente, à gauche, les rotors et, à droite, les stators de trois machines, est assez explicite à cet égard. Un premier pôle nord étant disposé sur la machine I, le pôle sud suivant est disposé sur la machine II, le deuxième pôle nord est disposé sur la machine III et le deuxième pôle sud revient sur la machine I et ainsi de suite. Dans chaque rotor, on a omis deux pôles sur trois. Dans les trois stators en regard, on a omis également deux dents sur trois.

Cette disposition est générale et s'applique aussi bien aux machines homopolaires et aux machines à impédance variable non homopolaires de la figure 23.

Dans ces machines il n'y a pas de bobinage d'excitation sur le rotor et l'on doit considérer simplement que les intervalles vides

remplacent des pôles de signe opposé. La figure 29 se rapporte au cas des machines homopolaires, la figure 30 se rapporte au cas de la machine à réluctance variable de la figure 23.

En réalité, en distribuant aussi simplement les pôles d'une seule machine dans trois machines, on suppose, en première approximation, que l'entrefer étant infiniment petit, le flux émis par chaque pôle inducteur se concentre sur la largeur du pôle dans l'entrefer et l'on néglige le flux qui peut être émis par les faces latérales des pôles dès que ces faces sont dégagées. Or ce dernier flux peut être considérable et, dans ces conditions, on doit dire que, en dehors de la fréquence qui résulte de la combinaison des

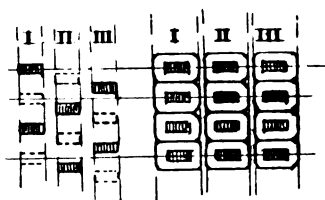


Fig. 29.

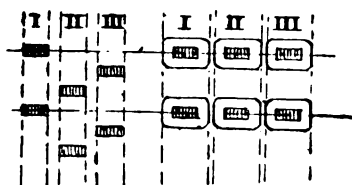


Fig. 30.

trois machines, chaque machine donne essentiellement une fréquence fondamentale qui est le $\frac{1}{3}$ de la fréquence donnée par leur combinaison. Ceci revient à dire que la disposition des pôles étroits, comme celles représentées sur les figures 28, 29, 30, donne lieu dans chaque machine à l'harmonique 3 et que cet harmonique est mis en évidence par la mise en série de trois machines décalées des $\frac{2\pi}{3}$. L'idée de faire apparaître des harmoniques dans les machines pour obtenir une haute fréquence est ancienne et remonte à Max Wien (1902). L'avantage de l'exposition que nous avons faite a été de nous permettre de préciser tout de suite ce que devait être la largeur des pôles pour obtenir le troisième harmonique.

En réalité, on doit considérer que dans chaque machine, en dehors des pertes dues à la fréquence harmonique, il y a les pertes provenant de la fréquence fondamentale qui peuvent être beaucoup plus conséquentes.

Mais la disposition de l'utilisation partielle de la périphérie

peut n'intervenir que pour le stator si l'on fait glisser les trois machines de la figure 28 dans une seule et, dans ce cas, la fréquence fondamentale disparaît. Les stators se superposent et les rotors décalés s'intercalent les uns dans les autres. Dans le cas de la machine homopolaire on aboutit à la disposition représentée par la figure 31. Elle revient à établir des machines homopolaires dans lesquelles la polarité du rotor est triple de celle du stator; la fréquence est alors déterminée par la polarité du rotor (1).

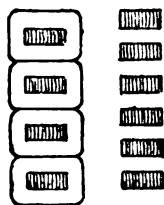


Fig. 31.



Fig. 32.

La figure 32 représente les profils du stator et du rotor dans ce cas.

La Société française Radio-électrique avec la Société alsacienne de Constructions mécaniques a établi des machines de 200 kilowatts à 20.000 périodes sur ce principe et a, en ce moment, des machines de 500 kilowatts à 15.000 périodes en fabrication.

Le rendement de toutes ces machines s'annonce comme particulièrement remarquable, de l'ordre de 80 à 85 %; il n'avait pas été question de pareils chiffres jusqu'à présent dans le domaine des alternateurs à haute fréquence.

En vue de réduire les pertes par ventilation, nous avons parlé (voir *Lumière électrique*, 22 juin 1912, p. 256) de tourner sous une pression atmosphérique réduite. Ce procédé a été adopté dans la construction des machines de la Société française Radio-électrique.

(1) Voir Brevet américain Latour n° 1.234.910 avec revendication : « Machine homopolaire dans laquelle $2m$ étant le nombre d'encoches sur le stator, le nombre de projections polaires sur le rotor est $(2n + 1)m$. »

PROTECTION DES CABLES TÉLÉPHONIQUES SOUTERRAINS CONTRE LES LIGNES DE TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

Par M. REYNAUD,
Ingénieur des Postes et Télégraphes.

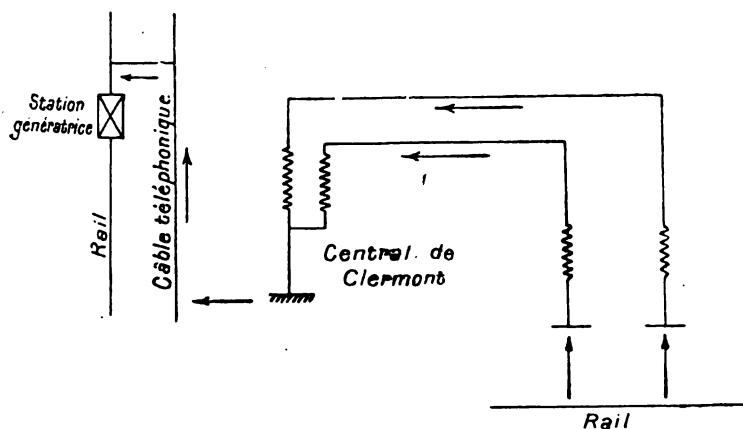
Un des procédés les plus séduisants a priori parmi ceux qui ont été proposés pour éviter la corrosion, par les courants de retour des tramways, des canalisations métalliques enfouies dans le sol, consiste à les relier aux rails. La présente note rend compte de quelques observations relatives à la mise en pratique de ce procédé.

Le réseau téléphonique aéro-souterrain de Clermont-Ferrand a été mis en service au commencement de 1911. Les câbles ont été posés en partie dans des caniveaux en ciment armé goudronnés intérieurement ; ils sont sur la presque totalité de leur longueur recouverts d'un matelas isolant. Le premier cas d'électrolyse a été constaté en juillet 1916 ; le second en septembre 1919 ; le troisième en juillet 1920. Les corrosions se sont toujours produites à l'extrémité d'une artère dans le voisinage de l'usine génératrice.

Un toron de fils de cuivre d'une section totale de 40 millimètres carrés et d'une longueur de 6 mètres fut soudé, dans la région électrolysée, d'un côté sur l'enveloppe des câbles, de l'autre sur une tige de cuivre reliant les deux rails de la voie voisine. A peine cette liaison était-elle établie, qu'un grand nombre d'annonceurs Deny du tableau commutateur des Morses et des Sounders au poste central des télégraphes furent actionnés. Les fils influencés venaient de toutes les directions et les postes qu'ils desservaient se trouvaient aux distances les plus diverses : Limoges

(140 kilomètres à vol d'oiseau); Recette Principale de Clermont-Ferrand (700 mètres). Leur nombre était plus grand aux heures où le trafic sur le réseau des tramways est plus intense. Les communications n'étaient pas troublées sauf sur le fil de Chamalières, poste établi à moins de 50 mètres de la ligne de Royat et où la réception était impossible.

Sur tous les fils les courants parasites se dirigeaient constamment vers Clermont. Pour quelques bureaux voisins des voies et pour lesquels les constatations étaient faciles, les plaques de terre étaient toujours négatives par rapport aux rails et aux canalisations d'eau et de gaz. La plaque de terre du poste central était



tantôt positive tantôt négative par rapport aux rails et constamment négative par rapport aux canalisations d'eau et de gaz. En somme les courants de retour gagnaient le câble relié aux rails en utilisant les plaques de terre des bureaux voisins des voies et les fils télégraphiques. Le schéma ci-dessous résume ce qui vient d'être dit.

Quant aux postes trop éloignés des voies pour être atteints par les courants de retour, il est logique d'admettre que le potentiel de la terre du poste Central de Clermont avait été assez abaissé par rapport au potentiel de leur terre pour que prennent naissance les courants observés.

Le fil de Chamalières mis à part, les intensités des courants

perturbateurs sur l'ensemble des fils étaient comprises entre 2,5 et 6 milliampères. La suppression de la liaison les annula sur un grand nombre de fils, les réduisit à un milliampère au maximum sur les autres; les courants persistant après cette suppression changeaient de sens sur certains fils.

Sur le fil de Chamalières l'intensité du courant perturbateur atteignait fréquemment 12 milliampères. Étant donné son sens et Clermont envoyant à ce poste du courant positif, on conçoit que la réception y ait été fortement troublée.

Dans le voisinage du bureau Central la liaison n'affectait pas sensiblement les différences de potentiel des canalisations d'eau et de gaz entre elles ni entre chacune d'elles et les rails. Tout se passait en dernier résultat comme si elle avait déterminé un abaissement du potentiel de la plaque de terre du Central par rapport au potentiel des voies et des canalisations d'eau et de gaz. Dans le voisinage de l'usine génératrice la liaison annulait pratiquement la différence de potentiel câble-rail; elle n'affectait pas sensiblement les différences de potentiel des canalisations d'eau et de gaz entre elles ni entre chacune d'elles et les rails.

Les observations précédentes ne sauraient faire rejeter un dispositif qui se recommande par sa simplicité et qui peut avoir donné dans d'autre circonstance des résultats satisfaisants. Il faut remarquer en effet que l'emploi, à Clermont-Ferrand, de câbles isolés partout où il a été possible, a pu augmenter beaucoup l'importance du rôle joué par les plaques de terre dans l'expérience faite. Ces observations mettent en lumière l'utilité d'une carte des différences de potentiel entre les diverses canalisations métalliques du sous-sol pour l'étude et la mise en œuvre de certains dispositifs de protection des câbles de l'État contre les courants de retour des tramways.

LES RELAIS TÉLÉPHONIQUES DE LA WESTERN ELECTRIC COMPANY

Par M. G. VALENSI,
Ingénieur des Postes et Télégraphes.

Un certain nombre de relais téléphoniques de la Western Electric Company, qui étaient utilisés par l'armée américaine pendant la guerre, ont été rachetés par l'Administration des Postes et Télégraphes et fonctionnent aujourd'hui avec un plein succès. Dans un récent article des *Annales*, M. Ruat a indiqué l'utilisation actuelle de ces appareils (1). Nous nous proposons aujourd'hui d'en donner une description sommaire.

Ces relais appartiennent aux deux types d'assemblage dits 1° « Unit Type » (« type-unité ») et 2° « Portable or emergency type » (« type portatif ou de secours ») ; ils ont été prévus pour fonctionner en très petit nombre au même endroit ; ce sont, en d'autres termes, des relais téléphoniques qu'on emploie soit isolés, soit groupés dans une station de relais de très petite importance (comptant au plus une douzaine de relais).

Depuis la fin de la guerre, les relais téléphoniques ont pris aux Etats-Unis une extension telle que les stations d'une centaine de relais sont courantes. Dans ces conditions les types dits « Unit » et « Portable » sont trop encombrants et trop coûteux ; aussi les éléments essentiels des relais téléphoniques sont-ils assemblés d'une façon différente dans ces grandes stations. Les organes intéressant directement la transmission téléphonique, c'est-à-dire les organes de chaque relais qui figurent dans le circuit de conversation, sont placés sur des panneaux élémentaires qu'on assemble sur un grand bâtis métallique : ce bâtis,

(1) *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* : Les relais téléphoniques en France, par M. RUAT, septembre 1920.

par suite, supporte les lampes à 3 électrodes, les transformateurs d'entrée et de sortie, les potentiomètres de grilles, etc. Les organes intéressant la signalisation sont placés sur un autre bâtis, ce qui permet de les adapter facilement aux conditions du service local qui varient suivant les régions. Ces stations de relais sont montées en batterie centrale, c'est-à-dire que l'alimentation en énergie de tous les relais et la surveillance des potentiels et des intensités de courants des filaments, des plaques et des grilles sont centralisées en un point commun.

De même, un agencement spécial placé en un autre point commun, permet à l'opérateur de la station de relais d'écouter, de surveiller la conversation et de causer sur n'importe quel relais de la station.

Le modèle de relais téléphoniques qui se prête particulièrement bien à la construction d'une très importante station de relais et qui a été étudié récemment par la Western Electric Co s'appelle le type « Relay Rack » (ou type « bâtis de relais »). Il n'en existait pas dans le stock de matériel racheté à l'armée américaine par l'Administration française des Postes et Télégraphes, mais quelques relais de ce genre, montés pour la téléphonie à 2 fils et aussi pour la téléphonie à 4 fils, ont été prêtés à l'Administration et installés à Paris à titre d'expérience de démonstration. Une expérience de ce genre a déjà eu lieu dans des conditions analogues au Post Office de Londres.

Dans le présent article, nous ne décrirons que les relais téléphoniques du type « Unit » que l'Administration des Postes et Télégraphes a achetés, installés et exploite normalement depuis plusieurs mois.

1° *Lampes amplificatrices à 3 électrodes.* — Les lampes utilisées dans ces relais sont d'un modèle standardisé et ont les caractéristiques de fonctionnement suivantes : courant de chauffage du filament compris entre les limites d'intensité 1,2 et 1,3 ampère ; potentiel de la plaque par rapport au filament : + 130 volts ; potentiel de la grille par rapport au filament : — 9 volts ; courant entre le filament et la plaque : compris entre les limites d'intensité 6 et 12 milliampères (pour un voltage de plaque de 130 volts).

Le filament est un petit ruban de platine-iridium (à 6 % d'iridium environ avec les impuretés habituelles du platine-iridium commercial, notamment avec un peu de rhodium) revêtu d'un mélange d'oxyde de baryum et de strontium (1). Ce revêtement se fait de la manière suivante : on prépare séparément un mélange de carbonate de baryum et de résine (ou de paraffine) et un mélange de carbonate de strontium et de résine (ou paraffine). On fait 4 applications du mélange de strontium, puis 4 applications du mélange de baryum, puis 4 nouvelles applications de strontium et enfin 4 nouvelles applications de baryum. Après chacune de ces applications, le filament est porté momentanément à une température d'environ 1.000 degrés, ce qui brûle la plus grande partie de la substance organique (résine ou paraffine) qui servait de support au baryum ou au strontium. Lorsque le revêtement est terminé, le filament est porté pendant 2 heures à la température de 1.200°. Après cette épreuve, il reste à la partie extérieure une couche épaisse d'oxydes de baryum BaO et de strontium SrO (environ 2 à 3 milligrammes par cm^2 de surface) et entre cette couche et le filament métallique primitif une couche intermédiaire très adhérente qui, d'après l'analyse chimique, est constituée par un mélange de composés de baryum et de strontium avec du platine, du rhodium et de l'iridium — le composé le plus important étant le platinate de baryum.

Le filament ainsi constitué peut être manié commodément et conservé pendant plusieurs années à condition de n'être exposé ni à l'humidité ni au gaz carbonique.

Lorsque les 3 électrodes sont placées dans l'ampoule de verre, on sait qu'il est nécessaire de procéder à une pompage énergique non seulement afin de faire le vide dans l'ampoule, mais encore afin d'extraire les gaz occlus dans les parties métalliques, dans les parois de verre et dans le filament. Dans les lampes à filaments recouverts d'oxyde, ces précautions doivent être poussées encore plus loin que dans celles dont le filament est

(1) Voir « Phenomena in oxide-coated filament electron tubes » par H. D. Arnold (*Physical Review*, juillet 1920).

Ann. des P., T. et T., 1921-I (10^e année).

purement métallique. Aussi fait-on, au cours du vidage des lampes américaines, rougir pendant plusieurs minutes le filament, ce qui le débarrasse des gaz occlus et ce qui en même temps décompose jusqu'à un certain point les composés chimiques superficiels tels que le platinate de baryum.

Si l'on prend soin d'éviter toutes les impuretés dans les matières premières employées et de suivre rigoureusement des procédés bien déterminés pour le revêtement d'oxydes et le traitement par la chaleur, les filaments ainsi fabriqués sont uniformes et ont une longue durée d'existence. En fait, pendant la guerre, une main-d'œuvre très ordinaire, mais remarquablement dirigée, a pu, dans les ateliers de la Western Electric, fabriquer plus d'un demi-million de lampes à filament recouvert d'oxydes que l'expérience a montré être très uniformes et pratiquement interchangeables.

Un des grands avantages des filaments recouverts d'oxydes est que leur résistance électrique est constante pendant toute leur durée d'existence. Il n'en est pas de même pour les filaments purement métalliques en tungstène par exemple à cause de l'évaporation produite par l'incandescence du métal. Cette évaporation accroît la résistance électrique du filament, et alors : 1° si l'alimentation se fait à voltage constant, l'énergie dissipée en chaleur $\frac{V^2}{R}$ diminue ; par suite la température diminue et il en est de même de l'émission électronique ; 2° si l'alimentation du filament se fait à courant constant, l'énergie dissipée en chaleur $R I^2$ augmente, par suite la température et aussi l'émission électronique croît ; mais, en même temps, l'évaporation et la désintégration du tungstène s'accroissent, ce qui diminue la durée d'existence du filament.

Dans le cas des filaments recouverts d'oxydes, au contraire, c'est la couche d'oxyde seule qui s'évapore ; mais cette couche n'étant pas conductrice au point de vue électrique, la résistance du filament ne change pas, et il en est de même de la température, donc de l'émission thermionique. D'autre part si cette température de régime a été judicieusement choisie, on est sûr

que la vie du filament sera longue, car pendant toute cette vie le filament n'est traversé que par un courant variant entre des limites normales d'intensité. En fait, la durée d'existence moyenne des lampes à 3 électrodes commerciales utilisées dans les relais téléphoniques américains est supérieure à 1.000 heures.

Un deuxième avantage des filaments recouverts d'oxydes est que leur émission électronique a un rendement supérieur à celui qu'on obtient avec les filaments métalliques ordinaires : en d'autres termes, par watt d'énergie dépensée pour le chauffage du filament, on obtient un plus grand nombre d'électrons avec les filaments recouverts d'oxydes qu'avec les filaments métalliques ordinaires. En même temps, la densité de cette émission électronique est plus petite dans le cas des filaments à oxydes que dans le cas des filaments ordinaires, pour le chauffage qui est optimum eu égard à la fois à la consommation d'énergie électrique et à la vie du filament.

Etant donnée cette plus faible densité d'émission électronique, les dimensions géométriques du filament doivent être plus grandes dans le cas des filaments à oxydes que dans le cas des filaments ordinaires. Cela permet par suite une très grande uniformité de fabrication de sorte qu'il devient possible de produire en grandes quantités des tubes à vide à 3 électrodes ayant des caractéristiques électriques rigoureusement uniformes.

Nous avons vu précédemment quelles sont les conditions normales de fonctionnement des lampes américaines de relais téléphoniques (voltages et intensités de courants). Ces caractéristiques correspondent à des conditions de « saturation au point de vue de la température du filament ». Voici ce que cela veut dire :

Considérons pour simplifier un tube à 2 électrodes ou valve Fleming (qui serait par exemple une lampe de relais téléphonique dans laquelle on aurait omis la grille). On peut (fig. 1) pour différentes températures T_1 , T_2 , T_3 du filament tracer la courbe du courant filament-plaque en fonction du voltage de la plaque par rapport au filament. On définit ainsi, pour la température T_1 par exemple, le courant de saturation : c'est l'ordon-

née I_1 des points du palier $A_1 B_1$. Ce courant s'obtient lorsque tous les électrons émis par le filament sont captés par la plaque. C'est ce courant de saturation I qui est lié à la température T du filament par la loi de Richardson :

$$I = a \sqrt{T} e^{\frac{b}{T}}$$

Mais il est clair que, dans ces conditions de saturation au point de vue du courant électronique, l'ampoule ne peut pas servir d'amplificateur puisque ce courant de saturation est indépendant du voltage de la plaque et que le principe même de l'amplificateur consiste à produire des variations de courant électronique au moyen de variations du voltage d'une électrode de contrôle. C'est seulement sur la branche de courbe OA_1 (fig. 1) que le

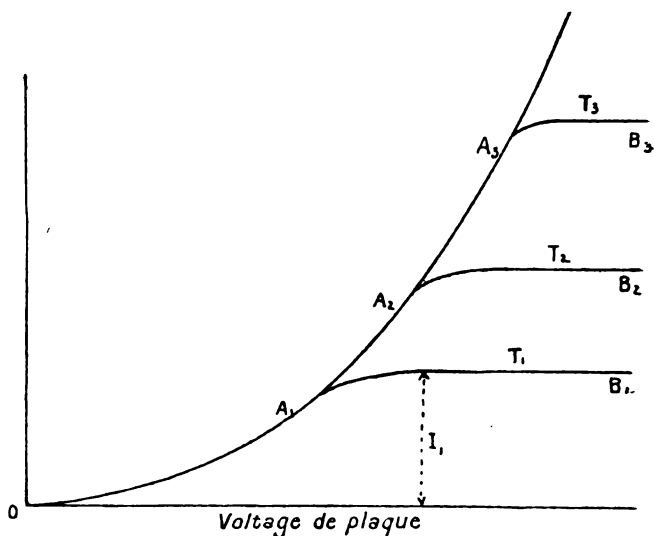


Fig. 1.

courant est fonction du voltage. Dans cette partie, le voltage de plaque n'est pas assez élevé pour que la plaque capte tous les électrons au fur et à mesure qu'ils sont émis par le filament. Cela provient de ce que les électrons, corpuscules chargés négativement, créent autour d'eux un champ électrostatique contraire

à celui que la plaque chargée positivement établit entre elle et le filament. Cet effet de « charge spatiale » produit par les électrons a été mis en évidence pour la première fois par C. D. Child en 1911 et a été étudié ensuite indépendamment par Langmuir qui a établi l'équation bien connue des lampes amplificatrices (1).

Les lampes de relais téléphoniques fonctionnent donc dans l'intervalle où se produit l'effet de charge spatiale. Or, dans cet intervalle de fonctionnement, il est facile de voir qu'il y a toute une région où le courant de plaque est indépendant de la température du filament.

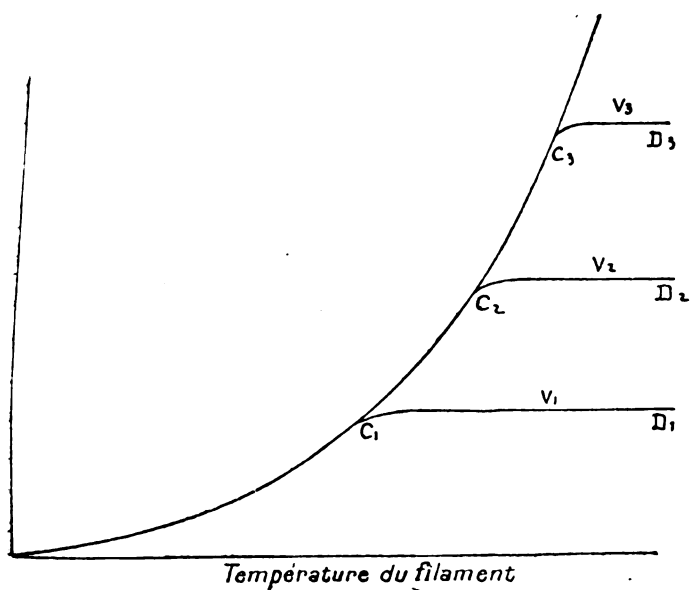


Fig. 2.

En effet, si pour un voltage V_1 constant entre le filament et la plaque, on trace la courbe du courant de plaque en fonction de la température du filament (fig. 2), température mesurée par des procédés qu'il serait trop long de décrire dans cet article, on constate ceci : au début, lorsque la température est basse, le

(1) Voir *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*.

voltage V_1 est assez grand pour que la plaque capte tous les électrons émis par le filament et une élévation de température du filament produit un accroissement du courant de plaque. C'est la partie OC_1 de la courbe OC_1D_1 relative au voltage de plaque constant V_1 (fig. 2).

Lorsque la température correspondante à l'abscisse du point C_1 est atteinte, le filament émet tant d'électrons que le champ électrique antagoniste qui en résulte repousse vers le filament tous les autres électrons qui tenteraient de s'en échapper pour répondre à l'appel de la plaque. Dès lors une élévation de température n'entraîne plus d'accroissement du courant de plaque et l'on obtient le palier horizontal C_1D_1 : cette branche de courbe C_1D_1 correspond à ce qu'on appelle les conditions de « saturation au point de vue de la température du filament ».

Il est intéressant de remarquer que les branches de courbes CD de la fig. 2 et les branches de courbes OA de la fig. 1 se correspondent.

Dans les lampes américaines on a pris la précaution d'employer un filament suffisamment long pour qu'il y ait un *excès d'électrons émis* afin d'être sûr d'avoir, pour le voltage de plaque choisi, un effet de charge spatiale total. En d'autres termes, on se trouve largement dans les conditions de saturation au point de vue de la température, de sorte que les fluctuations de température du filament qui proviennent des fluctuations du courant de chauffage (fluctuations inévitables avec les batteries d'accumulateurs commerciales qu'on emploie pour le chauffage électrique du filament) n'entraînent aucune variation sensible du courant de plaque et par suite aucune variation de l'amplification (ou du gain de transmission) fournie par le relais téléphonique : c'est là un point très important au point de vue de la constance de l'efficacité de la transmission téléphonique, notamment sur un long circuit comportant plusieurs relais téléphoniques successifs.

2° *Montage des lampes amplificatrices dans le relais téléphonique américain.* — Le montage utilisé dans les relais de la Western Electric est le montage Richard à 2 directions et à 2 amplificateurs (montage type « 22 ») dont la supériorité sur le

montage Edison (à 2 directions et à 1 amplificateur ou type « 21 ») est bien connue (1).

Ce montage est représenté sur la fig. 3. Il comporte 2 lignes artificielles « est » et « ouest » représentant l'impédance au départ des lignes réelles « est » et « ouest » telle qu'on la mesure au point où se trouve le relais téléphonique. Cette représentation doit être valable pour toutes les fréquences utiles de la voix humaine (c'est-à-dire pratiquement pour toutes les fréquences comprises entre 100 et 2.200 périodes par seconde). Deux lampes amplificatrices « est » et « ouest » servent respectivement à la transmission téléphonique dans le sens ouest-est et dans le sens est-ouest. Le circuit d'entrée dans la lampe amplificatrice est part du milieu du transformateur de sortie associé à la ligne ouest, passe par un filtre qui supprime les harmoniques de fréquence supérieure à 2.200 périodes (ces harmoniques ne sont pas nécessaires pour la compréhension de la parole et pourraient d'autre part provoquer facilement un amorçage d'oscillations entretenues parce que l'équilibre entre les lignes réelles et artificielles est établi surtout pour les fréquences téléphoniques moyennes et est mauvais pour les fréquences extrêmes). Ce circuit comporte ensuite le transformateur d'entrée, qui protège la lampe en supprimant toute liaison directe avec la ligne et qui accroît les voltages des courants téléphoniques venant de la ligne ouest jusqu'à des valeurs suffisantes pour agir efficacement sur la grille de la lampe relais (le condensateur *c* protège le transformateur d'entrée contre tous courants continus parasites: contact, décharge atmosphérique, etc..) Après le transformateur d'entrée, vient le potentiomètre qui 1° règle la valeur des voltages dus aux courants de conversation qui se superposent au voltage fixe de la grille — et par suite contrôle l'amplification, — et 2° contribue à maintenir constante l'impédance d'entrée du relais téléphonique, telle qu'elle est vue de l'extrémité ouest au point de jonction avec le relais téléphonique. La batterie de grille C

(1) Voir *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*: Les relais téléphoniques par Bancroft GHERARDI et Frank B. JEWETT, mars 1920.

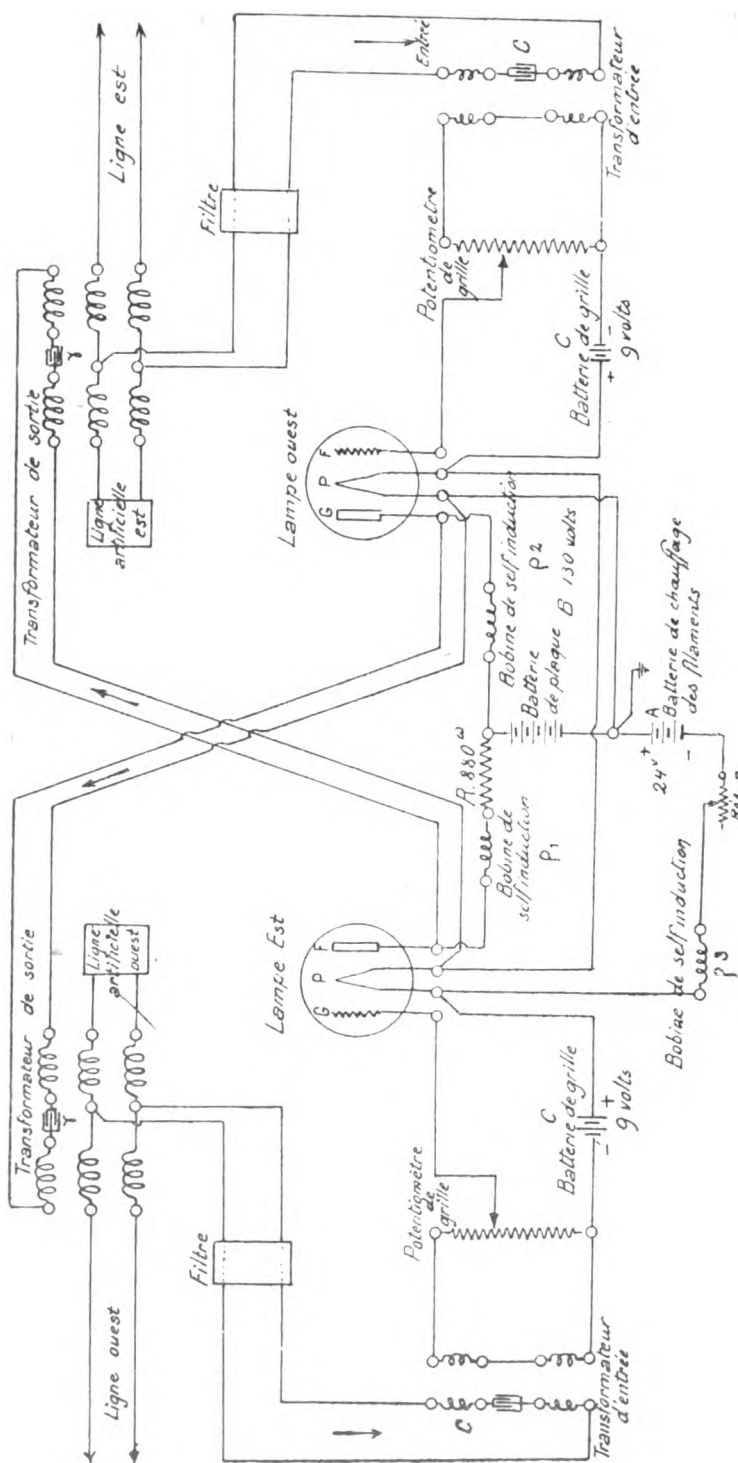


Fig. 3.

de 9 volts sert à appliquer à la grille un voltage fixe convenable (1).

Le circuit de sortie de la lampe n° 1 se compose de l'espace filament-plaque et du primaire du transformateur de sortie associé à la ligne est. Le condensateur γ empêche le courant continu d'alimentation de la plaque de pénétrer dans le transformateur de sortie. Quand la batterie d'alimentation des plaques, c'est-à-dire la batterie donnant aux plaques leur potentiel positif élevé, est une batterie télégraphique à voltage irrégulier, des résistances de 12.000 ohms environ doivent être insérées dans ce circuit de sortie de la lampe afin de réduire les variations de courant dues aux fluctuations du voltage de la batterie de plaque. Ces résistances de 12.000 ohms contribuent alors également à maintenir constante l'impédance apparente du circuit filament-plaque malgré les variations du voltage aux bornes de la batterie de plaque qui est alternativement chargée et déchargée. En l'absence de ces résistances, de telles variations d'impédance du circuit de plaque se traduiraient par des variations de l'amplification donnée par le relais.

Le circuit de chauffage des filaments comporte une batterie de 24 volts dont le pôle positif est à la terre ; on utilise généralement pour cet usage la batterie centrale d'un multiple téléphonique. Ce circuit passe par le filament de la lampe ouest, celui de la lampe est, une bobine de réactance ρ^3 destinée à s'opposer aux courants alternatifs parasites provenant de la batterie centrale téléphonique et un rhéostat r qui sert à régler le courant de chauffage à sa valeur normale 1 ampère 3. Le circuit d'alimentation des plaques comprend la batterie B de 130 volts (qui peut être une pile télégraphique), dont le pôle négatif est à la terre et des bobines de réactance ρ_1 et ρ_2 qui empêchent les courants téléphoniques de passer dans les circuits d'alimentation des plaques, ces courants téléphoniques ne sortant pas du circuit filament-plaque-transformateur de sortie. D'autre part, ces bobines de réactance ρ_1 et ρ_2 suppriment les pertur-

(1) Dans les stations qui comportent plusieurs relais, on remplace les batteries individuelles C de piles sèches par une batterie centrale d'accumulateurs de 9 volts commune à tous les relais.

bations dues aux courants télégraphiques dans le cas où l'on emploie la pile télégraphique comme batterie B. La résistance R de 880 ohms sert à compenser la différence des voltages mis sur les plaques des 2 lampes, puisque, par le fait du montage, les batteries A et B se trouvent en série pour alimenter la plaque de la lampe est, tandis que la batterie B seule alimente la plaque de la lampe ouest.

3° *Description et fonctionnement des relais téléphoniques « Unit type »*. — Un relais téléphonique peut être utilisé de deux façons différentes : 1° Il peut être intercalé d'une façon permanente dans un circuit téléphonique déterminé toujours le même, nous appellerons ce relais un *relais téléphonique embroché* (en anglais « through line repeater ») ; 2° Le relais téléphonique peut être inséré sur un dicorde de tableau téléphonique interurbain en vue d'améliorer une communication entre deux circuits téléphoniques quelconques : ce type de relais peut s'appeler *relais téléphonique d'intercommunication* (en anglais « Cord circuit repeater »).

Nous décrirons successivement le fonctionnement des relais embrochés « Unit Type » et des relais d'intercommunication « Unit Type ».

A. RELAIS EMBROCHÉS. — Le relais téléphonique embroché monté sur un cadre de fer de 60 centimètres de largeur et de 1 m. 50 de hauteur environ comporte des *organes réglables*, des *jacks pour les essais* du relais et des *electro-aimants* assurant les différentes fonctions qui rendent le relais téléphonique d'un usage commode.

Les organes réglables sont : le rhéostat de chauffage des lampes et les potentiomètres de grilles associés aux deux lampes.

Afin de faciliter les essais, le relais comporte des jacks à rupture disposés par paires sur les lignes est et ouest (côté est et côté ouest du circuit téléphonique) et sur les lignes artificielles est et ouest correspondantes, — des jacks d'écoute et de conversation permettant à l'agent de la station de relais de se porter en écoute ou de causer, — un jack de mise hors circuit

du relais qui sert à isoler le relais téléphonique pendant un court laps de temps, — deux jacks servant aux essais d'équilibre entre les lignes réelles et les lignes artificielles, — un jack servant à ouvrir le circuit de chauffage du filament lorsque le relais doit rester longtemps hors service, et enfin 5 jacks permettant de mesurer les voltages et les intensités des courants utilisés dans les différentes parties du relais téléphonique (courant de chauffage des filaments, potentiels des plaques, etc.).

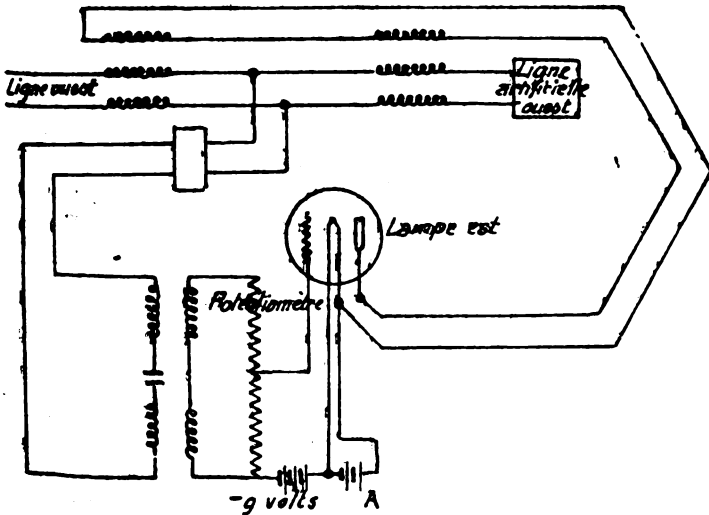


Fig. 4.

Les fonctions qu'accomplissent les électros du relais téléphonique embroché sont les suivantes :

1° *Pendant l'appel sur le circuit* les lampes du relais téléphonique doivent être mises hors circuit et le courant d'appel doit être répété à la station de relais (véritable translation de l'appel) ; à cet effet, le courant d'appel venant de la ligne est, par exemple, actionne des électros qui raccordent à la ligne ouest le générateur d'appel de la station de relais.

2° *Ecoute et surveillance de l'agent de la station de relais.* — Cet agent dispose, sur une table d'essais spéciale que nous décrirons ultérieurement, d'une double fiche d'écoute et de conversation qui lui permet, en utilisant les jacks ménagés à

cet effet sur le relais téléphonique, d'écouter sans troubler la communication du côté ouest ou du côté est, ou encore de se porter en dérivation sur une communication directe entre les lignes ouest et est (le relais étant mis hors circuit) et de causer comme une opératrice ordinaire.

3° *Essais d'équilibre entre les lignes réelles et les lignes artificielles.* — En enfonçant une fiche isolante dans un des jacks destinés aux essais d'équilibre, l'agent de la station de relais actionne des électros qui coupent le relais téléphonique en deux parties, suivant le montage de la figure 4. Ce montage, étant un montage différentiel ordinaire ou Edison, exige pour qu'il n'y ait pas d'amorçage d'oscillations entretenues, un équilibre d'impédances parfait entre les 2 lignes raccordées des 2 côtés du transformateur différentiel. Un tel essai signalera donc par un sifflement caractéristique un déséquilibre entre la ligne ouest réelle et la ligne artificielle ouest (1).

B. RELAIS D'INTERCOMMUNICATION. — Ce relais téléphonique est monté sur un cadre en fer de même encombrement que celui des relais téléphoniques embrochés. Le relais téléphonique d'intercommunication servant à différents circuits téléphoniques à la fois, il est nécessaire de multiplier chacun de ces circuits sur une position spéciale du meuble téléphonique interurbain dit « position de relais ». Sur cette position, à chaque circuit, correspond un groupe de deux jacks jumelés auxquels aboutissent à l'un (celui du haut) le circuit lui-même, à l'autre (celui du bas) la ligne artificielle d'impédance équivalente à celle du circuit. D'autre part, le relais téléphonique est intercalé dans un cordon terminé par deux fiches doubles que nous appellerons fiche avant et fiche arrière. Chacune de ces fiches doubles (fig. 5) a un bord muni d'entailles ou bord crénelé qui se trouve du côté de la ligne réelle dans le montage du relais téléphonique,

(1) Dans les nouveaux relais de la Western Electric, notamment dans ceux du type « Relay Rack », le montage de l'essai d'équilibre utilise les 2 lampes amplificatrices du relais en série, ce qui constitue un dispositif plus sensible pour l'appréciation de l'équilibrage entre les lignes réelles et les lignes artificielles correspondantes.

l'autre bord se trouvant du côté de la ligne artificielle. Il faut donc enfoncer la fiche double verticalement dans le groupe de jacks jumelés, en disposant le bord crénelé en haut, afin d'être sûr que le circuit et sa ligne artificielle sont convenablement raccordés au relais téléphonique.

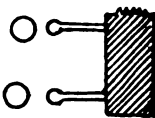


Fig. 5.

Le dicorde sur lequel se trouve le relais téléphonique possède les mêmes clés qu'un dicorde d'intercommunication standard ordinaire : clé d'appel sur les deux fiches (fiche avant, fiche arrière), clé de conversation et d'écoute, clé de séparation permettant de causer du côté de la fiche avant seulement ou du côté de la fiche arrière seulement. En outre, ce

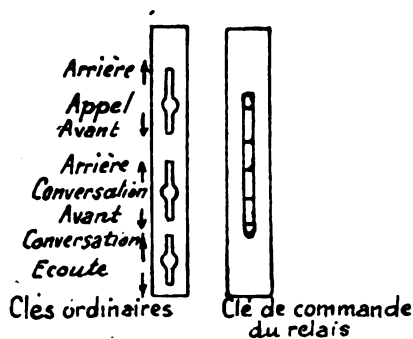


Fig. 6.

dicorde de relais comporte une clé spéciale que nous appellerons clé de commande du relais ; cette clé (fig. 6) est à quatre positions, elle permet de mettre le relais en circuit (1^{re} position) et de régler l'amplification que donne ce relais (positions 2, 3 et 4 donnant 3 degrés d'amplification différents grâce à des électroaimants qui raccordent les grilles des lampes à des points différents de leurs potentiomètres).

Pour établir une communication avec relais téléphoniques, on enfonce les fiches doubles dans les doubles jacks des circuits à raccorder, en ayant soin, comme nous l'avons dit, de disposer ces fiches verticalement et le bord crénelé en haut. L'insertion de ces fiches ferme les circuits des troisièmes fils du multiplage

sur le tableau interurbain ; les électros situés sur ces troisièmes fils fonctionnent et réalisent le schéma ordinaire d'un cordon d'intercommunication de tableau téléphonique, permettant à l'opératrice de sonner d'un côté ou de l'autre, d'écouter et de parler d'un côté ou de l'autre séparément, ou d'écouter et de parler sur les deux côtés à la fois. Quand la communication est ainsi préparée, la téléphoniste en manœuvrant sa clé de commande du relais peut mettre le relais téléphonique en service, et progressivement augmenter son pouvoir amplificateur.

Les différentes fonctions accomplies par les électros du relais téléphonique d'intercommunication sont les suivantes :

1° L'insertion des fiches doubles doit réaliser les connexions ordinaires d'un dicorde d'intercommunication sans relais téléphonique.

2° *Pendant l'appel* d'un poste correspondant ou de l'autre, le relais téléphonique doit être mis hors circuit et la lampe de supervision doit s'allumer au keyboard de l'opératrice desservant la position de relais. Cette opératrice ainsi prévenue se porte en dérivation et appelle celui des deux correspondants qui avait disparu ; on voit qu'il n'y a plus ici de dispositifs automatiques de répétition de l'appel, cette répétition étant faite par la téléphoniste.

3° *Mise en service du relais au moyen de la clef de commande.* Cette clef, à ses différentes positions, actionne des électros qui, successivement, raccordent les transformateurs de sortie et d'entrée des lampes aux fiches avant et arrière, ferment le circuit de chauffage des filaments et raccordent les grilles des lampes à des points différents des potentiomètres, afin d'obtenir l'amplification voulue.

4° Enfin des électros permettent de réaliser l'essai d'équilibre entre les parties correspondantes du relais comme dans le cas des relais embrochés.

Le relais d'intercommunication comporte en outre des jacks qui facilitent les essais. Deux jacks d'écoute et de conversation permettent à l'agent de la station de relais de se porter en écoute sur une communication en cours et de causer. Deux

autres jacks sont destinés aux essais d'équilibre qui se font comme dans le cas des relais embrochés. Six autres jacks permettent de mesurer les voltages et les intensités de courant utilisés dans les différentes parties du relais (courant de chauffage du filament, potentiels des plaques, etc.).

C. RÈGLES D'EXPLOITATION OBSERVÉES DANS L'UTILISATION DES RELAIS TÉLÉPHONIQUES D'INTERCOMMUNICATION. — Quand un circuit téléphonique a été préparé en vue de son utilisation avec relais téléphonique, les jacks généraux de ce circuit, dans le multiplage du meuble interurbain, portent une indication spéciale qui est par exemple un petit cercle. Le multiplage du circuit aboutit à un jack local qui est un double jack situé à la position de relais (double jack correspondant au circuit lui-même et à sa ligne artificielle). Les lignes artificielles sont des combinaisons d'impédances (bobines et condensateurs) groupées généralement sur un bâti spécial. Le petit cercle indicatif apparaît également au-dessus du jack local à la position de relais, mais cette fois-ci un chiffre (1, 2, 3 ou 4) est inscrit dans le cercle. Ce chiffre désigne la position à laquelle on doit fixer la clef de commande du relais téléphonique, lorsque ce relais est utilisé sur le circuit considéré.

Supposons que l'opératrice desservant la position-relais à Paris reçoive une demande de communication interurbaine Bordeaux-Dunkerque, par exemple. Elle choisit un cordon-relais libre et enfonce la fiche arrière de ce cordon dans le jack double de Bordeaux, en ayant soin de tenir cette fiche verticale avec le bord crénelé en haut ; puis elle enfonce la fiche avant de la même manière dans le jack local double du circuit de Dunkerque. Cette communication étant établie, l'opératrice abaisse sa clef d'écoute et de conversation sur la position d'écoute et fait glisser sa clef de commande du relais sur la première position. Le relais téléphonique se trouve mis en circuit avec son pouvoir amplificateur minimum. Si aucun chantage ou sifflement n'est perceptible, l'opératrice accroit le pouvoir amplificateur en poussant sa clef de commande successivement sur les positions 2, 3 ou 4. En règle générale, elle ne doit pas

dépasser la position dont le numéro est la moyenne des chiffres inscrits dans les petits cercles qui surmontent les jacks locaux des deux circuits raccordés.

Par exemple, si le jack Bordeaux est marqué 2 et le jack Dunkerque 2, la clef de commande doit s'arrêter à la position 2. Si le jack Bordeaux est marqué 1 et le jack Dunkerque 4, la clef doit s'arrêter à la position 2 ; si le jack Bordeaux est marqué 3 et le jack Dunkerque 4, la clef doit s'arrêter à la position 3. De toute façon, aussitôt qu'un chantage ou un sifflement ou une mauvaise transmission apparaissent quand on pousse la clef de commande vers une position de numéro plus élevée, il faut immédiatement la ramener à la position précédente. Ce réglage étant effectué, la téléphoniste doit surveiller fréquemment la communication, aussi bien avant que pendant la conversation, en épiant tout sifflement, tout écho et tout chantage.

Lorsque, à la fin de la conversation, un des bureaux raccordés ainsi au moyen de relais téléphonique appelle, ou encore, lorsque pour tout autre raison, la lampe de supervision associée au cordon du relais téléphonique s'allume, la téléphoniste de la position de relais doit se porter en écoute, en abaissant sa clef de conversation. Cette manœuvre mettant automatiquement les lampes hors circuit, l'opératrice n'a pas besoin de toucher à sa clef de commande du relais. De même, quand la téléphoniste abaisse sa clef d'appel pour appeler sur un cordon relais, elle met automatiquement le relais téléphonique hors circuit. Donc, elle n'a pas davantage besoin de toucher à la clef de commande du relais afin de protéger les lampes contre les courants d'appel. Quand la conversation est terminée l'opératrice doit ramener la clef de commande du relais à sa position de repos, et couper la communication en retirant les fiches, comme s'il s'agissait d'un cordon ordinaire.

4° *Essais et entretien des relais téléphoniques. Description des tables d'essais.* — Pour faciliter les essais et l'entretien des relais téléphoniques « Unit Type » une table d'essai spéciale (nommée « Testing Unit ») a été construite : elle a le même encombrement qu'un relais téléphonique et comporte les organes suivants :

1° *Un dicorde d'essais* terminé par deux fiches doubles, et sur lequel se trouve un groupe de trois clefs : a) *clef d'appel* sur la fiche gauche et sur la fiche droite ; b) *clef de commande du vibreur* permettant de raccorder soit à la fiche gauche, soit à la fiche droite une source de courant alternatif à 800 périodes (vibreur alimenté par une batterie de 24 volts et servant uniquement aux essais) ; c) *clef de mise hors circuit des lampes* permettant de mettre hors circuit les lampes amplificatrices du relais téléphonique pris aux essais. Le dicorde d'essais comporte également des lignes artificielles simples, un récepteur téléphonique et un shunt réglable du récepteur servant aux mesures d'amplification.

2° *Un monocorde de surveillance, d'écoute et de conversation* sur lequel se trouvent 3 clefs : a) *une clef de commutation des courants d'appel* permettant d'appeler avec des courants alternatifs de 16 périodes ou de 135 périodes, qui sont les 2 genres d'appel standardisés aux États-Unis ; b) *une clef d'écoute et de surveillance* permettant d'écouter côté ligne est ou côté ligne ouest du relais essayé ; c) *une clef de conversation et de coupure* permettant de causer en dérivation sur un circuit téléphonique sur lequel se trouve un relais ou bien de mettre temporairement le relais téléphonique hors circuit.

3° *Trois monocordes* raccordés respectivement à un *ampèremètre*, à un *milliampèremètre* et à un *voltmètre* et permettant de mesurer les intensités de courants et les potentiels utilisés dans les différentes parties du relais essayé.

4° *Une lampe verte de signalisation* qui sert pendant les essais de transmission des appels effectués sur les relais téléphoniques embrochés.

5° *Une série de jacks et de lampes de signalisation* correspondant aux lignes auxiliaires et aux lignes de conversation qui raccordent la table d'essai de la station de relais, d'une part au tableau téléphonique interurbain, afin de faciliter l'essai des relais intercommunication et, d'autre part, aux tables d'essais du bureau central interurbain, afin de faciliter l'essai des relais

embrochés, lorsque la station de relais se trouve au bureau central interurbain.

Dans les stations de relais du type « Unit » il y a une telle table d'essais pour six relais téléphoniques.

Dans les stations de relais de plus grande importance, utilisant les nouveaux relais du type « Relay Rack », les organes ou dispositifs utilisés pour les différents essais sont montés sur des panneaux séparés : *panneau d'écoute et de conversation, panneau de mesures d'amplification, panneau des voltmètre, ampèremètre et milliampèremètre*. Le câblage du panneau de mesures d'amplifications est multiplié sur les différentes sections du bâtis métallique portant les relais et ce multiplage peut être raccordé au moyen de cordons et de jacks à tel relais téléphonique que l'on veut.

Le panneau d'écoute, de surveillance et de conversation a également le câblage de ses clés multiplié sur des clés individuelles placées sur chacun des relais téléphoniques de la station.

Enfin le panneau des voltmètre, ampèremètre et milliampèremètre est placé à proximité du panneau des fusibles où se fait la mesure des voltages et des intensités de courants pour les différents relais.

De cette manière, un même équipement de mesures et d'essais sert pour un nombre considérable de relais téléphoniques.

RÈGLES D'ENTRETIEN DES RELAIS TÉLÉPHONIQUES. — L'entretien des relais téléphoniques comporte des *essais quotidiens* et des *essais hebdomadaires* ; chaque jour, il faut faire les mesures d'intensités de courant et de potentiels, ainsi que des essais de transmission de courant d'appel, et des observations sur les communications commerciales en cours dans la journée.

Au moins une fois par semaine, il faut faire des mesures de l'amplification donnée par les relais téléphoniques, et assez fréquemment des essais d'équilibre entre lignes réelles et lignes artificielles correspondantes.

Pour les relais « Unit type », ces essais se font de la manière suivante :

1° *Mesure d'intensités de courant et de voltages*. — On mesure

le courant de chauffage des filaments, le courant d'alimentation des plaques, le voltage des batteries de 24 volts, 130 volts et 9 volts. Ces mesures se font en enfonçant les fiches des monocordes ampèremètre, milliampèremètre et voltmètre de la table d'essais dans les jacks ménagés à cet effet sur les différents relais téléphoniques. Quand on utilise comme batterie de 24 volts, la batterie centrale d'accumulateurs du bureau téléphonique, et qu'aucune précaution spéciale n'est prise pour maintenir son voltage constant, il faut régler le courant de chauffage des filaments à sa valeur normale 1 ampère 3 en agissant sur le rhéostat de chauffage au moins quatre fois par jour : 5 minutes après le commencement de la charge des accumulateurs, puis au second tiers de cette période et enfin 5 minutes après la fin de la période de charge.

Pour un chauffage de 1 ampère 3 des filaments et une batterie de plaques de 130 volts, le courant d'alimentation des plaques doit être normalement 8 milliampères, mais peut pratiquement varier de 7 à 14 milliampères, ou même de 5 à 15 milliampères si la batterie de plaques est une pile télégraphique. Si ce courant est supérieur à 15 milliampères, c'est que les lampes du relais sont défectueuses et doivent être changées.

Dans le cas où l'on emploie des piles sèches individuelles de 9 volts pour les grilles, il est nécessaire de vérifier au moins une fois par semaine le voltage de ces piles sèches en plaçant la fiche voltmètre de la table d'essais en contact avec les bornes apparentes de ces batteries. Si le voltage d'une de ces batteries de grilles est inférieur à 8 volts, il faut remplacer cette batterie.

2° Essais de transmission de courant d'appel et mesure des amplifications. — On utilise le dicorde d'essai et le monocorde d'écoute et de conversation de la table d'essais.

a) *Cas des relais téléphoniques embrochés.* — En insérant des fiches isolantes dans les jacks de rupture du relais téléphonique, on isole ce relais des lignes artificielles et des lignes réelles auxquelles il est normalement raccordé et on le raccorde à des lignes artificielles simples analogues à celles dont est pourvue la table d'essais de la station de relais, chaque relais téléphonique du

type Unit possédant de telles lignes artificielles standard en vue des essais.

L'essai de transmission de courant d'appel se fait alors de la manière suivante (figure 7) : Au moyen de la clef d'appel du

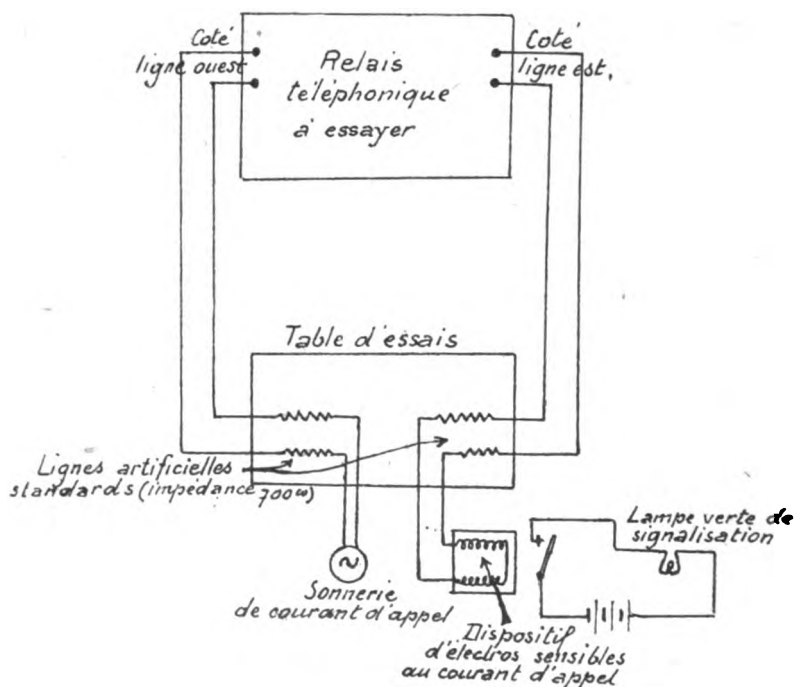


Fig. 7.

dicorde d'essai, on sonne sur la fiche droite de ce dicorde par exemple, ce qui envoie dans le relais téléphonique à essayer un courant d'appel venant du côté ligne ouest ; les électros du relais mettent les lampes hors circuit et produisent une répétition de l'appel en lançant un courant d'appel du côté ligne est du relais. Ce courant en agissant sur un électro spécial du dicorde d'essai doit allumer la lampe verte de signalisation de la table d'essai. On vérifie ainsi que la transmission des appels dans le relais se fait convenablement de l'ouest à est. On précède à la même vérification pour le sens est-ouest. Pendant ces essais, l'agent de la station de relais se porte en écoute sur le relais téléphonique au

moyen de son monocorde d'écoute et des jacks de surveillance du relais essayé et il vérifie que les lampes sont bien mises hors circuit pendant l'appel, ce qu'il reconnaît à un bruit spécial perçu dans son récepteur.

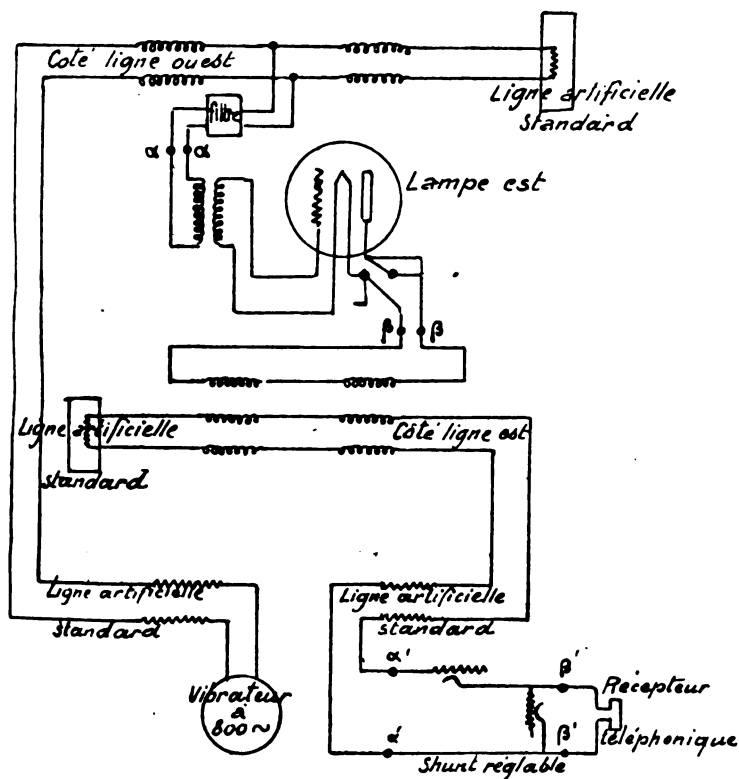


Fig. 8.

La mesure de l'amplification donnée par le relais se fait de la manière suivante (figure 8) : On utilise le vibrateur à 800 périodes et le shunt réglable du récepteur téléphonique de la table d'essai. Ce shunt est gradué en miles de câble standard américain (88 ohms par mile et 0,054 microfarad par mile). En manœuvrant la clef de commande du vibrateur, on raccorde le côté ligne est par exemple du relais téléphonique à la source de courant alternatif à 800 périodes. Cela fait, la clef de mise hors circuit des lampes associée au dicorde d'essai est abaissée et relevée alternative-

ment. Quand elle est abaissée sur sa position de travail, la lampe amplificatrice est et le shunt du récepteur téléphonique sont simultanément hors circuit. Quand elle est relevée, la lampe amplificatrice est et ce shunt réglable sont au contraire simultanément intercalés dans le circuit du relais téléphonique. On manœuvre constamment cette clef de mise hors circuit des lampes et on règle le shunt, en tournant son bouton de commande, jusqu'à ce que l'on n'observe aucune différence dans l'intensité des courants vibrés perçus dans le récepteur téléphonique lorsque la clef est sur la position de travail ou lorsqu'elle est sur la position de repos. Quand ce résultat est obtenu, l'affaiblissement introduit par le shunt du récepteur téléphonique est égal et de signe contraire à l'amplification réalisée par la lampe amplificatrice est. Comme la valeur de cet affaiblissement est indiquée en miles de câble standard pour chaque position du bouton de commande du shunt, on a instantanément, par simple lecture, une mesure de l'amplification de chacune des lampes du relais téléphonique essayé. L'agent de la station de relais connaît pour chacun des relais embrochés, dont l'entretien lui incombe, la valeur de l'amplification que ce relais doit produire sur le circuit. Il peut régler cette amplification pendant l'essai précédent en agissant sur le potentiomètre des grilles des deux lampes, mais il ne doit le faire que lorsque la différence entre la valeur mesurée et la valeur normale est faible et est imputable par exemple à de petites différences dans la constitution des lampes. Si un écart plus important se présentait, dû par exemple à un dérangement dans les bobines des électros ou dans le montage du relais téléphonique, l'agent de la station de relais ne devrait pas se contenter d'y pallier en agissant sur le potentiomètre, mais devrait au contraire s'efforcer de faire disparaître le plus tôt possible ce dérangement en procédant comme nous l'indiquerons ultérieurement.

En dehors des mesures d'amplification effectuées au vibreur, l'agent de la station de relais doit procéder de temps en temps à des essais de transmission téléphonique (essais de conversation) en utilisant un poste téléphonique quelconque.

b) *Cas des relais d'intercommunication.* — Pour faire les essais

de relais d'intercommunication (relais qui se trouvent toujours dans le local d'un bureau central interurbain) l'agent chargé de l'entretien de ces relais dispose de lignes réservées aux essais, qui raccordent sa table d'essais à la position de relais du meuble

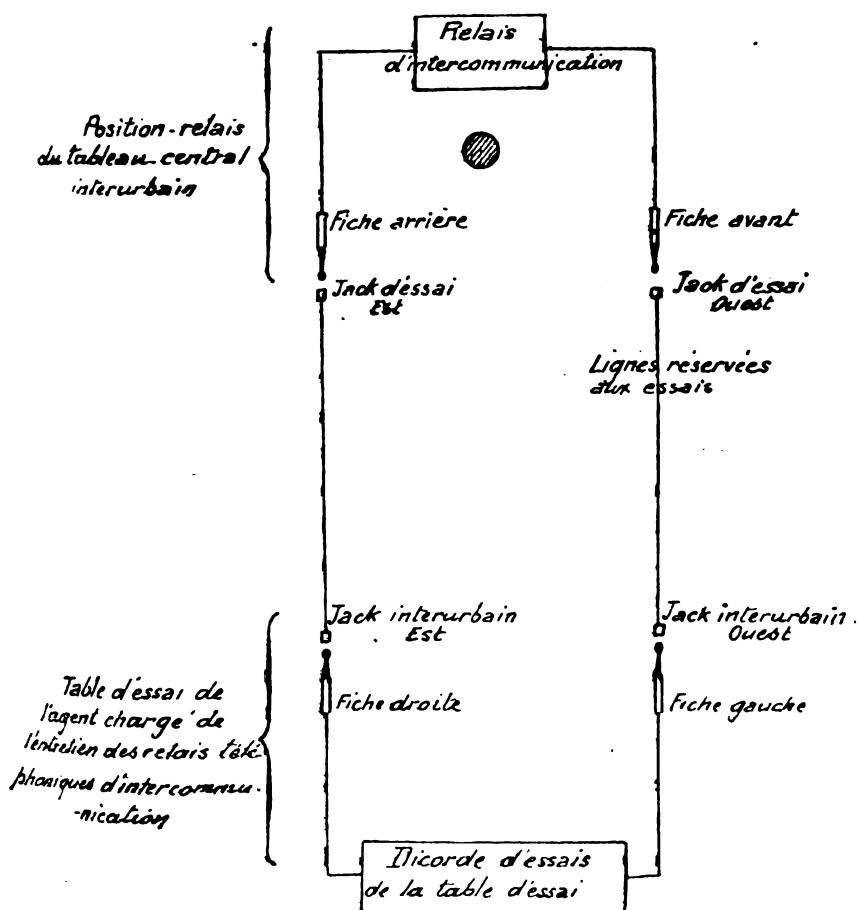


Fig. 9.

téléphonique interurbain ; ces lignes se terminent à la table d'essais de la station de relais à des jacks que nous appellerons jacks interurbains est et ouest ; elles se terminent à la position de relais du meuble interurbain à des jacks que nous appellerons jacks d'essais est et ouest (fig. 9). D'autre part, une ligne de conver-

sation raccorde directement l'opératrice de la position relais du meuble interurbain à l'agent chargé de l'entretien des relais. Quand celui-ci veut procéder à l'essai d'un relais d'intercommunication, il enfonce les fiches de son dicorde d'essai dans les jacks interurbain est et ouest de sa table d'essai et la fiche de son monocorde de surveillance et de conversation dans son jack de conversation avec la téléphoniste du meuble interurbain. L'agent de la station de relais demande à cette téléphoniste de lui passer le relais d'intercommunication à essayer, ce qu'elle fait en enfonçant les fiches avant et arrière du dicorde de ce relais dans les jacks d'essai est ou ouest.

Cela fait, l'agent chargé de l'entretien appelle successivement sur la fiche droite et sur la fiche gauche de son dicorde d'essai ; si la transmission des courants d'appel se fait convenablement à travers le relais téléphonique, la lampe de supervision doit s'allumer à la position de relais du meuble interurbain et la téléphoniste qui dessert cette position en informe l'agent chargé de l'entretien. Pendant cet essai, cet agent doit écouter sur le circuit afin de se rendre compte si le relais est bien mis hors service pendant les appels, ce qu'il reconnaît à un bruit spécial dans son récepteur téléphonique.

Sur ce même montage, empruntant les lignes auxiliaires réservées aux essais, l'agent chargé de l'entretien des relais procède, sans plus du tout avoir recours à la téléphoniste interurbaine, à des mesures de l'amplification réalisée par les lampes, mesures faites au vibreur comme pour les relais embrochés. Dans le cas de relais d'intercommunication, comme il est impossible d'agir sur les potentiomètres afin de rattraper les petits écarts entre les amplifications données par les deux lampes, il est nécessaire de remplacer une des 2 lampes du relais à essayer, si une différence d'amplification de 1 mile de câble standard ou plus est constatée entre ces deux lampes.

Essais d'équilibre entre les lignes réelles et les lignes artificielles. — Quand un relais téléphonique manifeste une tendance à chanter (amorçage d'oscillations entretenues de fréquence harmonique) ou une tendance à donner une transmission télépho-

nique de mauvaise qualité, le premier essai auquel on procède est un essai d'équilibre entre chacune des lignes réelles et la ligne artificielle correspondante, de part et d'autre de chacune des deux lampes du relais téléphonique.

Il suffit, pour procéder à cet essai, d'insérer une fiche isolante dans l'un des jacks réservés aux essais d'équilibre, par exemple dans le jack marqué « balancing test east » (essai d'équilibre est). La batterie de 130 volts cesse alors d'être raccordée à la lampe amplificatrice ouest, laquelle cesse de fonctionner ; d'autre part, les filaments et plaques de la lampe amplificatrice est, au lieu d'être raccordés au transformateur de sortie associé à la ligne ouest, sont alors raccordés au transformateur de sortie associé à la ligne est (figure 4). Le relais téléphonique se trouve coupé en deux parties et dans le cas considéré, la moitié est fonctionnelle seule (1). Si, dans ces conditions, le chantage disparaît on est sûr que la moitié est du relais téléphonique ainsi essayée est en bon état de fonctionnement. Pendant cet essai la ligne doit être dans les conditions normales de fonctionnement (appareils téléphoniques raccordés aux extrémités et, s'il y a lieu, postes télégraphiques simultanés en service) et le relais téléphonique doit être réglé pour l'amplification maxima qu'il peut normalement donner.

Le côté déséquilibré du relais téléphonique étant ainsi déterminé (côté est par exemple), on substitue à la ligne réelle est — et à la ligne artificielle est — des résistances égales et non inductives de 1.000 ohms et l'on recommence l'essai d'équilibre. Si le relais ne chante plus, c'est que le dérangement se trouve dans la ligne réelle est et dans la ligne artificielle est, qu'on a isolées. Si le relais chante encore, c'est que le dérangement se trouve dans le relais entre les jacks à rupture de la ligne est et ceux de la ligne artificielle est correspondante. On cherche, en substituant de proche en proche des résistances de 1.000 ohms aux diffé-

(1) Dans les nouveaux relais de la Western Electric, on utilise dans le montage de l'essai d'équilibre les 2 lampes amplificatrices du relais en série : cela accroît la sensibilité de l'essai.

rentes sections du montage intérieur du relais de part et d'autre de l'axe de symétrie de la moitié est, dans quelle section se trouve le déséquilibre qui cause le dérangement cherché. Quand on a isolé la portion défectueuse du montage intérieur du relais, on l'essaye avec soin pour en vérifier la continuité électrique.

En Amérique, on utilise à cet effet une source portative de courant alternatif à 800 périodes comme générateur et un récepteur téléphonique en série avec un condensateur comme détecteur.

5° *Dérangements qui affectent généralement les relais téléphoniques.* — Ces dérangements sont de deux genres différents :

1° Amplification trop petite ; 2° Chantage ou amorçage d'oscillations entretenues.

1° *Amplification trop petite.* — Cela peut être dû à une des trois causes suivantes : a) Les intensités de courants ou les voltages des batteries différent des valeurs normales ; b) les lampes amplificatrices sont défectueuses ; c) il y a un dérangement dans un des circuits intérieurs au relais téléphonique.

a) Des mesures au voltmètre, ampèremètre et milliampèremètre permettront de déceler si l'on se trouve dans le cas des valeurs anormales des courants ou des voltages et les différents rhéostats du relais téléphonique permettront d'y remédier.

b) Les lampes défectueuses seront souvent faciles à reconnaître à des lueurs bleues dans l'ampoule ou à des points brillants sur le filament recouvert d'oxyde, dont l'aspect doit être d'un rouge sombre au fonctionnement normal. Les lueurs bleues disparaissent souvent lorsqu'on chauffe le filament sans mettre de voltage sur les plaques, pendant quelque temps ; cet essai sera fait pendant les heures mortes de la nuit et, s'il ne fait pas disparaître les lueurs bleues, il faudra changer la lampe. Les lampes présentant un point brillant très net sur leurs filaments doivent être mises immédiatement hors service. En ce point brillant, la couche d'oxydes n'existe plus et le filament métallique central est à nu.

c) Les dérangements dans les circuits intérieurs au relais téléphonique (tels que mauvais contacts aux armatures des électros, ou dans les clefs du keyboard de la position relais du tableau téléphonique) sont décelés en employant une source de courant

alternatif à 800 périodes et un récepteur téléphonique en série avec un condensateur. On raccorde la source alternative aux jacks à rupture de la ligne est par exemple, et on déplace progressivement un pont jeté sur le circuit de montage du relais téléphonique et comprenant en série le récepteur téléphonique et le condensateur. L'intensité du son perçu dans le récepteur chante subitement quand le dérangement passe sous l'arche de ce pont.

2° *Chantage ou amorçage d'oscillations entretenues.* — Ce dérangement peut être dû à une des causes suivantes : a) dérangement en ligne ; b) changement dans la constitution du circuit ou dans la constitution des appareils raccordés aux extrémités du circuit (bobines toroïdales, postes télégraphiques simultanés, etc.). Des essais de ligne ordinaire permettront de déceler les dérangements dus à l'une de ces deux causes ; c) dérivations sur la ligne dues par exemple à un facteur surveillant, qui se porte sur le circuit ; ce dérangement est de courte durée et peut d'ailleurs être décelé par un essai de ligne ordinaire ; d) dérangements dans les circuits intérieurs du relais téléphonique. Ces dérangements sont décelés, comme nous l'avons expliqué précédemment, par l'emploi d'un vibreur à 800 périodes et d'un récepteur téléphonique condensé ; e) lampes d'une sensibilité anormale. Il suffit dans ce cas de réduire au moyen des potentiomètres l'amplification fournie par ces lampes ; f) enfin, il peut arriver qu'un circuit téléphonique ait un affaiblissement total relativement peu élevé mais cependant trop grand pour travailler convenablement sans relais, par exemple un affaiblissement total de 18 miles de câble standard. Si l'on embroche sur ce circuit un relais téléphonique donnant une amplification de 15 miles par exemple, on obtient un affaiblissement résultant de 3 miles. Les changements dans les conditions aux limites du circuit (c'est-à-dire les différences d'impédance des lignes d'abonnés et des postes d'abonnés raccordés aux deux bouts du circuit) pourront alors être suffisants pour détruire l'équilibre du relais et créer des amorçages d'oscillations entretenues ou en tout cas pour altérer la qualité de la transmission téléphonique. Ici encore le remède est simple, il suffit de réduire l'amplification fournie par les lampes en agissant sur les potentiomètres de grilles.

6° *Emploi des relais téléphoniques.* — Les relais « Unit Type » que nous venons de décrire sont, avons-nous dit, prévus et étudiés pour être installés soit isolés, soit groupés dans des stations de petite importance. Ils servent en général à améliorer la transmission sur un réseau téléphonique existant.

Pour être satisfaisant, à la fois au point de vue technique (qualité du service rendu) et au point de vue commercial (prix), un réseau téléphonique doit permettre une bonne transmission téléphonique pour un coût annuel minimum. Ce coût annuel doit être évalué pour une période de plusieurs années et doit tenir compte de tous les frais possibles : amortissement du capital immobilisé, frais annuels d'exploitation, frais annuels d'entretien, etc.

Lorsqu'un réseau téléphonique a été établi avec méthode, suivant un plan d'ensemble et non au hasard, ses différentes parties sont en équilibre de prix les unes avec les autres ; lorsqu'on veut ultérieurement introduire une amélioration de la transmission sur ce réseau, on doit étudier sur quelle partie il est le plus facile et le plus économique d'agir pour atteindre le résultat cherché. Il est clair qu'on peut en effet améliorer la transmission soit en installant des relais téléphoniques en certains points du réseau, soit en plaçant des bobines Pupin sur certains circuits non pupinisés, soit en renforçant la pupinisation sur des circuits déjà pupinisés, soit enfin en remplaçant certains circuits par des circuits de diamètre plus grand et en utilisant les circuits anciens pour un autre service. On peut aussi agir sur les installations des bureaux (employer des câblages de bureaux, des types de commutateurs plus avantageux au point de vue de la transmission) ou même sur les installations chez les abonnés dont les appareils peuvent être remplacés par des appareils plus puissants et meilleurs. Dans chaque cas, il convient de calculer le coût annuel minimum qui en résultera pendant plusieurs années consécutives et il faut envisager dans ce calcul tous les facteurs qui influent directement ou indirectement sur ce coût. Comme exemple de facteurs indirects à considérer citons dans le cas de l'utilisation de relais téléphoniques en certains points d'un réseau existant,

la nécessité de remplacer certaines sections de lignes par des sections d'un autre type afin d'uniformiser l'impédance tout le long de ces lignes, ce qui est, comme il est bien connu, une condition nécessaire de bon fonctionnement et de bon rendement des relais téléphoniques.

Lorsqu'il s'agit non plus d'améliorer par quelques modifications de détail la transmission sur un réseau téléphonique existant, mais de construire une artère nouvelle longue et importante ou même d'établir un réseau entièrement neuf, la question d'utiliser ou non des relais téléphoniques se présente différemment. Dans ce cas, le choix des moyens est très étendu et tous les systèmes possibles doivent être envisagés ; en même temps, le nombre des variables grandit beaucoup. S'il s'agit par exemple de construire une artère comportant n circuits téléphoniques d'affaiblissement a entre deux villes distantes de l kilomètres, on peut songer soit à une ligne aérienne en fil de cuivre nu, pupinisée ou non pupinisée, soit à un câble (aérien ou souterrain ou aéro-souterrain) muni de bobines Pupin et de relais téléphoniques et exploité soit dans le système de téléphonie à 2 fils, soit dans le système de téléphonie à 4 fils (1).

Avant de se décider, il est nécessaire de calculer pour chacun de ces types de lignes, en se basant sur l'expérience acquise avec des lignes analogues, le coût annuel total, en tenant compte de tous les frais possibles et en basant cette évaluation sur un nombre d'années égal à la durée d'existence probable de la ligne. Les variables qui influent dans ce calcul sont très nombreuses : par exemple le nombre des circuits nécessaires, non seulement au moment de l'installation, mais encore pendant plusieurs années consécutives (il peut être plus économique d'installer dès le début des circuits qui ne seront utilisés que plus tard plutôt que d'ajouter de nouveaux circuits à une artère existante), — l'équivalent de transmission total (ou affaiblissement total a à réaliser entre les 2 bureaux extrêmes, — la distance l entre les villes à relier

(1) Voir *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* : Les relais téléphoniques par Bancroft GHERARDI et Frank B. JEWETT, mars 1920.

(un système qui est le plus économique pour une courte distance n'est souvent pas le plus économique pour une distance plus grande), etc.

Lorsque, pour des artères nouvelles, on décide d'employer sur chaque circuit de nombreux relais téléphoniques successifs (à 2 ou à 4 fils), on est amené à installer de nombreuses et importantes stations téléphoniques. Dans ce cas, le type « Unit type » ne saurait convenir et c'est le type « Relay Rack type » que les Américains utilisent ; ce type, avons-nous dit, a été étudié en vue de grouper un grand nombre de relais sur des bâtis métalliques verticaux.

Dans les relais du type « Relais Rack », les courants d'appel sont souvent amplifiés comme les courants de conversation par les lampes à 3 électrodes.

Les courants d'appel utilisés dans ce cas ont une fréquence d'environ 135 périodes par seconde. Ils sont engendrés et reçus par des dispositifs dits « d'appels composés » (composite ringers) placés aux 2 extrémités de chaque circuit. Ces dispositifs d'appels composés comportent 2 dérivations branchées sur le circuit téléphonique : l'une contient un électro-aimant à armature vibrante accordée sur la fréquence de 16 périodes et l'autre un électro-aimant à armature vibrante accordée sur la fréquence de 135 périodes. Les 2 dérivations toutes entières sont accordées respectivement sur ces fréquences 15 et 135 et opposent par suite une grande impédance aux courants de conversation. Chaque électro-aimant est agencé de façon à transmettre sur la ligne un courant d'appel engendré par une source locale de l'autre fréquence (16 ou 135 périodes) que celle qui a actionné cet électro-aimant. Par suite la téléphoniste d'un des bureaux extrêmes appelle, comme d'habitude, à 16 périodes ; cet appel est transformé au départ de la ligne en un appel à 135 périodes qui, amplifié par les relais téléphoniques successifs, parvient à l'autre extrémité de la ligne, où il est de nouveau transformé en un appel à 16 périodes qui actionne la lampe d'appel du bureau extrême appelé. Ainsi rien n'est changé à l'équipement des bureaux terminaux.

On sait que les lampes à 3 électrodes amplifient également

bien toutes les fréquences, mais les organes qui leur sont associés dans le montage des relais téléphoniques opposent plus ou moins d'impédance aux différentes fréquences ; c'est seulement par un choix judicieux de ces organes (et en particulier des transformateurs et des bobines de réactance) qu'on peut établir des relais téléphoniques donnant une amplification aussi bonne pour les courants de conversation que pour les courants d'appel à 135 périodes par seconde.

7° *Comparaison des systèmes de téléphonie avec relais à 2 fils et à 4 fils.* — Pour donner une idée des problèmes à la fois techniques et commerciaux qui se posent lorsqu'on cherche la meilleure manière d'utiliser les relais téléphoniques dans l'établissement des artères interurbaines nouvelles, nous allons comparer, au point de vue du coût annuel total, les systèmes de téléphonie avec relais à 2 conducteurs et à 4 conducteurs par circuit téléphonique.

On sait que dans le montage à 4 fils, les relais téléphoniques peuvent fournir une amplification beaucoup plus grande que dans le montage à 2 fils, ce qui permet d'utiliser des conducteurs beaucoup plus petits et d'obtenir tout de même une transmission meilleure. La possibilité d'une aussi grande amplification est due à ce que les difficultés d'équilibrage des lignes réelles et des lignes artificielles sont réduites au minimum dans le montage à 4 fils (1). Tandis qu'un relais à 2 fils donne normalement, sur les lignes en câble, une amplification de 10 à 20 miles de câble standard (soit un affaiblissement général négatif de 1,06 à 2,12) on obtient couramment avec un relais téléphonique à 4 fils une amplification de 20 à 30 miles de câble standard (affaiblissement négatif correspondant : 2,12 à 3,18).

D'autre part le prix d'un relais de 4 fils est à peu près la moitié du prix d'un relais à 2 fils (les 2 relais exigent en effet à peu près les mêmes nombres d'organes, mais l'établissement et l'équilibrage des lignes artificielles compliquent beaucoup le relais

(1) Voir *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* : Les relais téléphoniques par Bancroft GHERARDI et F. B. JEWETT, mars 1920.

à 2 fils et en accroissent sensiblement le prix d'installation et d'entretien).

Si π_1 et π_2 désignent respectivement les prix d'un relais à 4 fils et d'un relais à 2 fils et si ρ_1 et ρ_2 désignent les amplifications (ou d'une façon plus précise les affaiblissements négatifs introduits par ces relais : soit $\rho_1 = 1,5$ en moyenne et $\rho_2 = 2,5$ en moyenne) le prix de l'unité d'amplification est dans le système à 2 fils : $\varpi_1 = \frac{\pi_1}{\rho_1}$ et dans le système à 4 fils $\varpi_2 = \frac{2\pi_2}{\rho_2}$, car il faut 2 relais par circuit et par station de relais dans le système à 4 fils.

$$\text{On a :} \quad \frac{\varpi_2}{\varpi_1} = \frac{2\pi_2}{\rho_2} \times \frac{\rho_1}{\pi_1} = \frac{1,5}{2,5} = \frac{3}{5}.$$

Cela posé, supposons qu'il s'agisse de relier deux villes distantes de l kilomètres au moyen d'un câble téléphonique contenant n circuits combinants (ou physiques), chaque circuit devant avoir un affaiblissement total a , c'est-à-dire un équivalent de transmission de $\frac{a}{0,106}$ miles de câble standard.

Nous nous demandons s'il vaut mieux employer des conducteurs de résistance kilométrique R_1 ohms à raison de 2 fils par circuit ou des conducteurs de résistance kilométrique $R_2 = 2 R_1$ ohms à raison de 4 fils par circuit. Cela correspond dans les deux cas au même poids de cuivre.

Naturellement ces conducteurs seront d'abord pupinisés (non seulement en vue de réduire leur affaiblissement propre, mais aussi en vue de corriger la déformation ou la distortion dans la transmission téléphonique). Le taux de cette pupinisation devra être optimum eu égard au prix du cuivre et au prix des bobines Pupin; c'est la recherche de ces conditions optima qui fixera d'une part la résistance R_1 des conducteurs et d'autre part l'inductance totale L par kilomètre du circuit chargé. Cette recherche se fera par exemple d'après les méthodes indiquées par M. J. G. Hill dans son traité de transmission téléphonique théorique et appliquée au chapitre XII (Cost Problems).

Actuellement, on est amené à adopter une pupinisation forte

non seulement parce que le cuivre est cher, mais encore parce que les relais téléphoniques permettent d'employer des bobines Pupin ayant une résistance effective par henry d'inductance

(c'est-à-dire un rapport $\frac{r_0}{l_0}$) relativement élevée. Ces bobines

Pupin d'un genre nouveau coûtent moins cher que les anciennes bobines et présentent en outre sur celles-ci l'avantage de conserver d'une façon très stable leur inductance, c'est-à-dire de résister à toutes les causes de démagnétisation.

En toute rigueur, il faudrait employer deux taux de pupinisation différents pour les conducteurs de résistance R_1 et pour les conducteurs de résistance $R_2 = 2 R_1$ envisagés précédemment. Mais si le câble projeté doit contenir à la fois des circuits à 2 fils et des circuits à 4 fils, il y a lieu, pour simplifier la pose et l'entretien, d'utiliser le même genre de bobines et les mêmes points de chargement pour les deux types de conducteurs. Il faut donc prévoir un mode de pupinisation qui convienne à la fois et à peu près aussi bien aux deux cas. Supposons qu'on soit ainsi conduit à employer, comme on fait par exemple en Amérique sur les câbles modernes, des bobines de 0,175 henry sur les circuits combinants et de 0,106 henrys sur les circuits fantômes, ces bobines étant espacées de 1.830 mètres (1000 pieds) et les conducteurs R_1 étant de la jauge américaine n° 16 Brown et Sharp ($R_1 = 13$ ohms 19 par fil et par kilomètre — diamètre = 1 mm. 29).

Les conducteurs R_2 seront de la jauge n° 19 Brown et Sharp ($R_2 = 26$ ohms 57 par fil et par kilomètre — diamètre = 0 mm. 91).

Nous avons donc finalement à comparer : 1° le coût annuel d'un circuit à 2 fils de résistance R_1 par kilomètre chargés de bobines de 0,175 henry espacées de 1.830 mètres et munis de n_1 relais téléphoniques donnant chacun une amplification ρ_1 (soit $\frac{\rho_1}{0,106}$ en miles de câble standard) et 2° le coût annuel d'un circuit à 4 fils de résistance $R_2 = 2 R_1$ par kilomètre, chaque groupe de 2 fils constituant une ligne chargée de bobines de

0,175 henry espacées de 1.830 mètres et munie de n_2 relais téléphoniques donnant chacun une amplification ρ_2 .

Les nombres de relais n_1 et n_2 doivent être déterminés pour satisfaire à la condition d'affaiblissement total a entre les deux localités à relier. En d'autres termes la somme algébrique de l'affaiblissement positif introduit par les conducteurs, de l'affaiblissement positif supplémentaire introduit par la résistance effective des bobines Pupin et de l'amplification (ou affaiblissement négatif) introduit par le relais téléphonique doit être égal à a .

La constance d'affaiblissement d'une ligne en câble pupinisé est donnée par la formule :

$$\beta = \frac{R + \left(\frac{r_0}{l_0} + \frac{G}{C}\right) L}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}$$

où R , G , C sont la résistance, la perditance et la capacité par kilomètre des conducteurs du câble, — r_0 et l_0 la résistance effective et l'inductance d'une bobine Pupin, — L l'inductance totale par kilomètre du câble pupinisé. L'inductance propre des conducteurs du câble étant négligeable, si d est la distance en kilomètres de deux bobines Pupin consécutives, on peut écrire simplement $L = \frac{l_0}{d}$, ce qui exprime que l'inductance kilométrique du circuit chargé se réduit à l'inductance artificielle introduite par les bobines.

L'affaiblissement du câble chargé entre les deux villes extrêmes est βl , puisque l est la distance en kilomètres entre ces villes.

βl se compose du terme $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} R l$ qui représente l'affaiblissement dû à la résistance des conducteurs (c'est-à-dire les pertes dans le conducteur), — du terme $\frac{1}{2} \frac{G}{C} L \sqrt{\frac{C}{L}} l = \frac{1}{2} G l \sqrt{\frac{L}{C}}$ qui représente l'affaiblissement dû à la perditance des conducteurs (c'est-à-dire les pertes dans l'isolant) — et enfin du terme $\frac{1}{2} \frac{r_0}{l_0} \sqrt{CL} l$ qui représente l'affaiblissement dû à la résistance

effective des bobines (c'est-à-dire les pertes dans les enroulements de cuivre et dans les noyaux de fer des bobines Pupin).

Le type de pupinisation étant choisi, L et $\frac{r_0}{l_0}$ sont connus.

D'autre part, la capacité C et le facteur de dissipation $\frac{G}{C}$ sont des constantes pour les types de câble sous papier employés en téléphonie. Par suite, en désignant par μ et par ν deux constantes, l'affaiblissement βl peut se mettre sous la forme

$$\beta l = \nu l + \mu l R$$

Les nombres n_1 et n_2 de relais à 2 fils et à 4 fils devant satisfaire aux conditions d'affaiblissement total a , on doit avoir les égalités suivantes :

$$(1) \quad a = \mu l R_1 + \nu l - n_1 \rho_1$$

$$(2) \quad a = \mu l R_2 + \nu l - n_2 \rho_2$$

Que seront les coûts annuels totaux pour un circuit à 2 fils et pour un circuit à 4 fils ?

Ces coûts annuels se composeront du coût du câble, du coût des bobines de charge et du coût des relais téléphoniques, ces coûts élémentaires tenant compte des frais de construction en usine, de transport et de pose, ainsi que des frais d'entretien ; tous ces frais sont ramenés à des annuités s'échelonnant sur la vie du câble, et nous prenons, comme élément commercial d'appréciation, la portion de l'annuité globale relative à un circuit (ou mieux à une unité de combinaison, c'est-à-dire à deux circuits combinants et au circuit fantôme qui leur est superposé).

L'annuité relative au câble lui-même est à peu près proportionnelle au poids de cuivre des conducteurs, c'est-à-dire est proportionnelle à la longueur de ces conducteurs et en raison inverse de la résistance électrique R par kilomètre de ces conducteurs.

Si p est le facteur de proportionnalité, cette annuité relative au câble sera $\frac{p l}{R_1}$ pour les circuits à 2 fils de résistance R_1 et

$\frac{2 p l}{R_1} = \frac{p l}{R_1}$ pour les circuits à 4 fils de résistance $R_2 = 2 R_1$, car

un circuit à 4 fils se compose en somme de deux circuits bifilaires.

L'annuité relative à la pupinisation est proportionnelle à la racine carrée de l'inductance artificielle L par kilomètre du circuit pupinisé et à la longueur l de ce circuit.

En effet, si l'on suppose la capacité C du câble constante et si d est la distance d'espacement en kilomètres des bobines de charge d'inductance l_0 , on sait qu'en vertu de la règle de Pupin qui fixe le nombre minimum possible des bobines par longueur d'onde, on doit avoir :

$$\begin{aligned} C d l_0 &= c^{10} \\ \text{Or : } l_0 &= Ld \quad \text{D'où :} \\ C L d^2 &= c^{10} \end{aligned}$$

et par suite $\sqrt{L} d = c^{10}$ puisque C est constant.

Comme nous supposons qu'on a choisi la même pupinisation dans le système à 2 fils et dans le système à 4 fils, il en résulte que l'annuité relative à la pupinisation sera $2 p_1 l$ dans le système à 4 fils, si elle est $p_1 l$ dans le système à 2 fils (puisque'il y a 2 fois plus de bobines par circuit téléphonique dans le premier cas que dans le second).

Comme d'autre part un relais téléphonique à 2 fils coûte π_1 francs et un relais téléphonique à 4 fils coûte π_2 francs, le coût annuel total dans le système à 2 fils sera :

$$\frac{p l}{R_1} + p_1 l + n_1 \pi_1$$

et dans le système à 4 fils :

$$\frac{2 p l}{R_2} + 2 p_1 l + 2 n_2 \pi_2$$

En négligeant le coût $p_1 l$ de la pupinisation devant la somme $\frac{2 p l}{R_2} + p_1 l + 2 n_2 \pi_2$, on voit que, pour que le système à 4 fils soit plus avantageux que le système à deux fils, il faut qu'on ait au moins :

$$\frac{p l}{R_1} + p_1 l + n_1 \pi_1 > \frac{2 p l}{R_2} + p_1 l + 2 n_2 \pi_2$$

ce qui se réduit à :

$$(3) \quad n_1 \pi_1 > 2 n_2 \pi_2 \text{ (puisque } R_2 = 2 R_1 \text{)}$$

L'inégalité (3) peut s'écrire :

$$\frac{n_1 \rho_1}{l} \frac{\pi_1}{\rho_1} > \frac{n_2 \rho_2}{l} \frac{2 \pi_2}{\rho_2}$$

ou

$$\frac{n_1 \rho_1}{l} > \frac{\pi_2}{\pi_1} \frac{n_2 \rho_2}{l}$$

c'est-à-dire :

$$(4) \quad \frac{n_1 \rho_1}{l} > \frac{3}{5} \frac{n_2 \rho_2}{l}$$

Or, des égalités (1) et (2) qui expriment que l'affaiblissement total est a , on tire :

$$\frac{n_1 \rho_1}{l} = \nu + \mu R_1 - \frac{a}{l}$$

$$\frac{n_2 \rho_2}{l} = \nu + 2 \mu R_1 - \frac{a}{l}$$

En tenant compte de ces valeurs, l'inégalité (4) devient :

$$\mu R_1 + \nu - \frac{a}{l} > \frac{3}{5} \left(2 \mu R_1 + \nu - \frac{a}{l} \right)$$

c'est-à-dire :

$$l > \frac{2a}{2\nu - \mu R_1} \quad (5)$$

Conclusion. — Le système à 4 fils ne sera plus avantageux que le système à 2 fils que si la longueur de la ligne téléphonique est suffisamment grande.

Si $a = 1$ (ce qui correspond à un équivalent de transmission de 10 miles de câble standard environ) et si $R_1 = 13,19$ ohms par fil et par kilomètre, on trouve que le système à 4 fils n'est plus avantageux que le système à 2 fils que lorsque la longueur des circuits est supérieure à 200 kilomètres environ.

ÉTUDE DE LIGNE POSTALE AÉRIENNE

Par M. DELFIEU,

Rédacteur des Postes et Télégraphes.

Le vœu normal de l'envoyeur d'une lettre est que sa correspondance parvienne au destinataire *sûrement*, et dans un *délai déterminé* qui doit être le plus *court* possible. A ce triple *désir* auquel il faut ajouter celui de payer la *taxe la moins élevée*, correspondent, rangées par ordre d'importance, quatre qualités — *sécurité, régularité, rapidité et modicité des prix* — que l'Administration des P. T. T. s'efforce de trouver réunies dans les entreprises auxquelles elle confie le transport de ses dépêches.

Dans l'intérieur de la France, les chemins de fer remplissent ces multiples conditions, à des degrés différents, il est vrai, mais, dans l'ensemble, d'une manière assez satisfaisante. Sans doute, ils ne possèdent pas l'incomparable rapidité des avions, mais ils rachètent leur lenteur relative par une sécurité quasi-absolue, par la régularité de leurs horaires et par la modicité de leurs tarifs. Tous ces avantages en ont fait les auxiliaires par excellence du service postal et aucun autre mode de transport ne pourrait rivaliser avec eux, si nos voies ferrées étaient mieux distribuées, plus denses et parcourues par des trains en nombre suffisant. Malheureusement, il n'en est pas toujours ainsi : notre réseau, conçu dans un esprit très centralisateur, est plus favorable aux relations directes entre Paris et les villes de province qu'aux relations de ces dernières entre elles. Les voies transversales sont constituées trop souvent par des tronçons de lignes mal raccordés et pauvrement desservis. C'est ainsi que les 315 kilomètres qui séparent Dijon de Paris sont parcourus en deux fois moins de temps qu'il n'en faut pour effectuer le trajet, cependant deux fois plus court, de Dijon à Bourges ; le voyage de Mâcon à Moulins est presque aussi long que celui de Mâcon à

Paris qui lui est près de trois fois supérieur par la distance. Ces exemples, pris au hasard, — il en est de plus caractéristiques, — montrent que, dans certains cas, les chemins de fer ne répondent pas aux besoins du service postal, ou, ce qui revient au même, à ceux du public.

On a naturellement songé à l'aviation pour combler ces importantes lacunes. Ses appareils pénètrent partout ; les trois dimensions leur appartiennent ; il n'est pas, pour eux, de route impraticable, de massif inaccessible, de gorge abrupte défiant les travaux d'art, et ils ne connaissent pas les obstacles naturels qui s'opposent si souvent à l'établissement des voies terrestres de communication. Mais ces avantages ont leur contrepartie : l'avion est cher, fragile, peu sûr et ses moyens d'action sont dans une dépendance si étroite des conditions atmosphériques, qu'ils ne permettent pas d'effectuer les voyages avec toute la régularité qu'exige le service postal. Malgré les améliorations constantes apportées dans l'organisation et le matériel des lignes aériennes exploitées, les courriers ne partent pas à jours fixes, encore moins à heures fixes. Par temps de pluie, de brume ou de tempête, les appareils restent au hangar et les dépêches dont ils sont chargés doivent être acheminées par d'autres moyens. Enfin, et trop fréquemment encore, lorsque toutes les conditions favorables paraissent réunies, on reste à la merci d'un accident banal, — un écrou qui se desserre, un tube qui se rompt, le radiateur qui fuit, une goutte d'eau ou une parcelle d'impureté qui flottent dans l'essence, — et il faut atterrir n'importe où et n'importe comment.

Ainsi, l'expéditeur d'une lettre-avion ne peut jamais savoir avec certitude *quand* sa correspondance sera distribuée ni même si elle parviendra ; il ne possède, à cet égard, que des probabilités beaucoup moins favorables que celles que lui offrent la poste ordinaire ou le télégraphe. Il en résulte que, dans les circonstances vraiment urgentes, il s'abstient d'avoir recours à un intermédiaire aussi incertain que la poste aérienne.

Les inconvénients et les risques inhérents à l'aviation semblent donc la rendre impropre, dans son état actuel, à assurer un ser-

vice régulier et expliquent l'hésitation de l'Administration des P. T. T. — et non point seulement l'Administration française — à généraliser l'emploi des avions pour le transport des correspondances. Mais le problème de la poste aérienne ne se présente pas sous un aspect aussi simple : d'une part, en effet, les lignes existantes ont, en dépit de leur précarité et de quelques accidents d'ailleurs assez rares, donné des résultats qui ne sont pas à dédaigner et qui montrent bien qu'il n'existe pas une incompatibilité absolue entre l'aviation et la Poste ; d'autre part, une nation comme la nôtre dont on a pu dire que la sécurité est dans l'air, ne peut se laisser devancer dans l'adaptation de l'aviation aux multiples besoins de la vie économique. Enfin, on verra, dans le cours de cette étude, qu'il est possible de concevoir et de réaliser un système de Poste aérienne qui atténue, au point de les rendre négligeables, les défauts actuels de l'aviation.

Nous nous trouvons donc, en définitive, en présence de cette alternative : ou bien renoncer totalement à utiliser un mode de transport dont l'imperfection est manifeste et attendre que des améliorations, peut-être prochaines, en aient fait un auxiliaire plus sûr et sur lequel on puisse réellement compter : ou bien, au contraire, se lancer résolument dans une exploitation dispendieuse et au succès aléatoire, au moment où notre situation financière exige la plus stricte économie.

Placée entre ces deux systèmes, l'Administration des P. T. T. a choisi une solution intermédiaire.

Nous possédons actuellement quatre lignes aériennes, toutes internationales, à savoir : Paris-Londres, Paris-Bruxelles, Toulouse-Rabat-Casablanca et Paris-Strasbourg qui se continue sur Prague. Toutes ces lignes ont été ouvertes sur l'initiative des Compagnies d'aviation qui ont obtenu que la Poste leur confiât ses dépêches. Quant à l'intérieur de la France, il n'y a eu que quelques essais isolés, comme Nice-Nîmes qui a fonctionné en 1918 et en 1919 et n'a donné, au demeurant, que des résultats médiocres, en raison de l'incertitude de ses horaires.

Cette réserve qui peut, selon les gens, paraître prudente ou timide, n'a pas été imitée par les Etats-Unis qui possèdent un

réseau aérien très étendu, ni par l'Allemagne dont les difficultés budgétaires sont manifestement plus graves que les nôtres : si l'on s'en rapporte à des informations parues dans plusieurs revues, nos voisins d'outre-Rhin auraient, depuis le 1^{er} juillet 1920, 13 lignes en pleine exploitation et feraient, en ce moment, un effort très considérable pour augmenter encore leurs moyens d'action (1). Il ne saurait être question ici, de prendre parti entre ceux qui prétendent que le rapide développement de l'aviation commerciale allemande répond à des arrière-pensées et constitue, pour nous, une menace latente, et ceux qui attribuent cette extension aux difficultés que nos voisins éprouvent dans l'exploitation de leur réseau ferroviaire, l'avion pouvant, dans certains cas, jouer le rôle « d'ersatz » de la locomotive. Mais des commentaires si différents comportent, du moins, une commune leçon, la seule que nous voulions retenir, c'est que l'exemple de l'Allemagne doit nous inspirer, non pas une jalousie ombrageuse et stérile, mais une émulation active et créatrice.

L'Administration des P. T. T. devrait faire appel aux Compagnies aériennes, provoquer et diriger leurs initiatives, se familiariser avec leur matériel, étudier dans quelle mesure leurs moyens d'action répondent à ses propres besoins, faire procéder à des essais, élaborer de concert, puis réaliser prudemment, par étapes, un plan d'ensemble qui reposerait sur de solides données expérimentales. N'est-ce pas, au surplus, l'attitude qui convient à un service public qui, par sa destination même, est appelé à collaborer avec toutes les forces économiques du pays et qui s'efforce, en ce moment, d'industrialiser son mode d'exploitation ?

On objectera que la Poste n'a pas qualité pour discuter avec les constructeurs et les entrepreneurs d'aviation, des questions techniques qui sont du ressort d'un autre département ; mais cet argument qui a, peut-être, sa valeur en droit pur, est, en fait, détestable. C'est le malentendu habituel, le dangereux conflit de compétence qu'on trouve toujours à l'origine de nos lenteurs

(1) Voir, à ce sujet, l'article très documenté qui a paru dans le n° 2430 de *La Nature* du 30 octobre 1920, sous la signature de M. J.-A. Lefranc.

et de nos fautes. Il faut qu'on sache qu'au point où nous en sommes, la question des transports aériens et celle de l'aviation postale en particulier, sont autant une affaire d'organisation que de construction mécanique. Le technicien et l'inventeur travaillent rarement dans l'abstrait ; ils s'attachent plus volontiers aux problèmes pratiques, à ceux dont la solution a une valeur immédiate. Il appartient donc à l'organisateur de les mettre aux prises avec la réalité, d'éveiller leur ingéniosité, d'aiguiller leurs recherches, de leur apporter, en un mot, l'ébauche grossière qu'ils poliront par leurs efforts patients. Si, au lieu d'avoir été aussitôt adapté à la traction automobile, le moteur à explosions était devenu un simple instrument de laboratoire, serait-il arrivé au degré de perfection qu'il atteint aujourd'hui, et n'est-ce pas parce qu'une législation prévoyante a favorisé l'établissement des premières voies ferrées, alors que la locomotive, incertaine comme le sont les avions en ce moment, était encore un « jouet d'enfant », que nous pouvons disposer, à l'heure actuelle, de machines puissantes et rapides ?

L'aviation postale sera donc ce que fera d'elle son organisation. Il importe, par conséquent, de chercher et d'adopter le plus tôt possible, une méthode d'exploitation rationnelle, assez souple pour pouvoir se plier à toutes les circonstances, car les conditions de vol changent avec chaque région, assez prudente pour nous éviter des insuccès coûteux et des découragements plus coûteux encore, et assez hardie pour suivre et même pour provoquer les améliorations du matériel volant.

J'écarte immédiatement le système qui consisterait à ouvrir de nouvelles lignes d'après les directives qui ont présidé à la création des lignes actuellement existantes. Si Paris-Londres et Toulouse-Rabat-Casablanca réalisent une économie de temps très appréciable et rendent ainsi des services dont l'importance est mesurée par l'augmentation rapide de leur trafic, je ne vois pas, en revanche, que les lignes Paris-Bruxelles et Paris-Strasbourg améliorent d'une manière sensible les relations déjà suffisantes entre ces villes. Le public peut estimer que c'est payer bien cher, comme taxes et comme risques, un gain aléatoire de quelques

heures à peine et il fera ce même raisonnement chaque fois qu'une ligne aérienne sera appelée à doubler une voie ferrée directe et bien desservie.

Au lieu de proposer à l'aviation le problème des longs trajets qui sera sans doute résolu à son heure, il est préférable de poursuivre un but plus modeste en apparence, mais certainement plus ambitieux, je veux parler de la régularité. Elle est la base de l'organisation future, la pierre angulaire sans laquelle toute construction restera précaire et fragile. Les records de vitesse et de puissance ont beau être surpassés, la plus belle conquête reste à faire, celle de l'appareil pouvant, comme l'oiseau, tenir l'air et se diriger par tous les temps.

Dans un article paru en 1919, dans le 2^e numéro des *Annales des P. T. T.*, sous le titre « l'Aviation et la Poste », j'avais montré qu'il était possible d'organiser un service postal aérien fonctionnant avec le maximum de régularité et le minimum de danger, en adoptant de petits parcours et en utilisant des avions très planeurs, médiocrement rapides et de tonnage moyen.

Je ne m'étonne pas que mes suggestions n'aient pas été suivies : elles prenaient le contrepied des théories en faveur et donnaient d'inopportuns conseils de prudence au moment où les constructeurs, encouragés tant par leurs succès que par une opinion publique enthousiaste, se lançaient dans des réalisations gigantesques. Cet engouement n'est d'ailleurs pas calmé : nous lui devons les grands voyages aériens, les records de vitesse stupéfiants et sans cesse battus et les avions géants, polymoteurs, capables d'enlever plusieurs tonnes de marchandises.

Ainsi, à moins de deux années de distance, mes conceptions paraissent largement dépassées par les faits et déjà singulièrement désuètes. Je les crois cependant toujours justes et je me propose de les défendre dans les pages qui vont suivre, en faisant la critique des tendances actuelles qui en forment l'exacte contrepartie.

Les « raids » à grandes distances ont évidemment un intérêt sportif, cette valeur abstraite qui s'attache à un record. Ils con-

sacrent, en outre, l'habileté d'un pilote et la réputation d'un appareil : mais qui ne se rend compte que leur succès est trop problématique pour qu'on puisse baser sur lui un plan d'organisation quelconque ? On sait quelle a été l'issue des tentatives pour traverser le Sahara ou pour se rendre, par la voie des airs, de Paris en Australie. Les sophismes n'ont pas manqué pour présenter cette série d'échecs comme autant de victoires. Il n'en est pas moins vrai qu'à part le commandant Vuillemin qui, en dépit d'une série de pannes, a pu atteindre Tombouctou, tous les autres pilotes ont dû abandonner leur entreprise, plus ou moins loin du but, après avoir déployé des prodiges de persévérance, et non sans de tragiques péripéties dont on n'a pas perdu le souvenir. Même heureuses, ces expériences isolées n'auraient eu d'ailleurs qu'une portée relative, et on n'aurait pu les interpréter autrement que comme des succès personnels d'aviateurs d'élite, servis par des circonstances favorables. Le Sahara a été vaincu, mais il garde sa menace et la route aérienne du désert reste encore à ouvrir de même que celle du pôle s'est refermée sur les exploits de Cook et de Peary.

Voilà pourquoi les ambitions de la poste aérienne doivent être modestes. La France continentale offre un champ assez vaste à nos premiers essais. Il faut commencer par de petits trajets, minutieusement étudiés qui pourront être couverts par tous les temps. Les progrès à venir seront d'autant plus rapides qu'ils reposeront sur des gains plus solidement établis.

Je suis également l'ennemi des vitesses exagérées. Le fait de dépasser 300 kilomètres à l'heure constitue un tour de force de mécanique et témoigne de l'incomparable maîtrise d'un pilote : mais, dans l'état actuel de l'aviation, — cette réserve est toujours sous-entendue, — de tels résultats ne s'achètent qu'au prix de sacrifices qui enlèvent aux appareils toute utilité pratique ; ils ne peuvent emporter d'autre charge que l'essence et l'huile nécessaires à leur consommation ; le moteur, plus puissant que robuste, fatigue la cellule et s'use avec une extrême rapidité ; enfin les ailes, réduites au minimum pour diminuer d'autant la résistance à l'avancement, empêchent le vol plané, rendent

l'atterrissage normal très difficile et transforment la moindre panne en accident dangereux.

Un service de transports doit renoncer à la vitesse à partir du point où elle s'acquiert aux dépens de la solidité.

Si l'on fait de la poste aérienne un organe destiné, non pas à concurrencer, mais simplement à compléter la poste par voies ferrées, — et nous avons vu qu'il serait, pour le moment, difficile de poursuivre un autre but, — les avions à faible tonnage, ceux-là même dont la guerre a dû nous laisser des stocks importants, suffiront largement à assurer le transport de courriers dont le poids total n'atteindra jamais la limite de la charge utile qui est de 300 kilos environ. Ces appareils offrent en outre de grands avantages : ils sont peu coûteux, peu encombrants et se contentent de terrains de superficie moyenne. En l'air, ils sont souples, maniables et résistent d'autant mieux aux coups de vent qu'ils leur donnent moins de prise. Aussi, convient-il de les préférer, surtout dans les débuts, aux appareils de grand modèle que leur fort tonnage destine plutôt au transport des voyageurs ou des messageries rapides. Plus tard, lorsque le public enhardi, se risquera plus volontiers à se déplacer par la voie des airs, — et la régularité des courriers postaux aériens ne contribuera pas peu à répandre la confiance, — on pourra substituer progressivement les « aérobuses » aux petits biplaces, au fur et à mesure de l'augmentation du trafic. Il n'y a donc pas lieu, à mon sens, de poser la question tant controversée sur le point de savoir si l'avion de l'avenir sera le Léviathan de 45 mètres d'envergure ou l'Alcyon minuscule qui traversera le ciel à la vitesse d'un bolide. Il y aura vraisemblablement autant de types que de besoins et le petit appareil ne disparaîtra pas plus devant la machine géante, que la camionnette automobile n'a disparu devant le camion de 5 tonnes.

Les critiques qui précèdent mettent au point les moyens dont peut disposer l'aviation postale et fixent du même coup son cadre et sa méthode. Hors de la formule « petits parcours, petits appareils, vitesse modérée », il n'y a, à présent, qu'incertitude et dangers ; mais cette triple restriction laisse encore un vaste champ

à notre initiative et nous rend en sécurité, les avantages qu'elle nous retire par ailleurs.

On trouvera ci-après, un plan complet de ligne aérienne conçue d'après les directives que je viens d'indiquer. Il contient tous les détails susceptibles d'intéresser l'Administration des P. T. T., tels que : nombre et poids des correspondances transportées, horaires, gains de temps réalisés, rendement possible et prix de revient. Je me défends d'apporter un travail de pure imagination : il repose, on le verra, sur des données précises et sur des déductions qui paraissent solides, et il a obtenu l'approbation des gens de métier à qui je l'ai communiqué. Bien mieux, la Compagnie Aérienne Française à qui j'avais demandé quelques renseignements, a bien voulu s'intéresser à ce projet et se déclare prête à en tenter la réalisation ; ses appareils et ses pilotes sont sur les lieux et des deux terrains nécessaires, l'un est parfaitement aménagé, l'autre sur le point de l'être.

Quoiqu'un voyage de 150 à 200 kilomètres puisse être considéré, en aviation, comme entrant dans la catégorie des courts trajets, j'ai choisi, comme points extrêmes de la ligne projetée, deux villes, Nîmes et Alais (Gard), distantes à vol d'oiseau, d'un peu moins de 50 kilomètres.

On sait qu'elles sont reliées directement par le dernier tronçon de la ligne de chemin de fer du Bourbonnais. Les trains, sans être abondants, permettent d'échanger 4 dépêches par jour, de sorte qu'une lettre déposée à Nîmes, dans la matinée, est distribuée à Alais le soir même, et vice-versa. Leurs relations sont donc satisfaisantes et il existe même peu de chefs-lieux de département et de sous-préfectures qui soient aussi favorisés à cet égard. Nous allons voir, cependant, les grands avantages que la région alaisienne retirerait de la création de la ligne projetée.

Les courriers en provenance ou à destination de Paris. et, en général, du nord et de l'est de la France, arrivent à Alais ou en sont expédiés, non par la ligne du Bourbonnais, plus courte, mais qui ne possède des trains express qu'entre Paris et Clermont-Ferrand, mais bien par celle de la Bourgogne, après un double transbordement à Tarascon ou Avignon et à Nîmes. Il en résulte

que les correspondances pour Alais qui sont déposées à Paris dans le courant de la journée, quittent la capitale autour de 20 heures, parviennent à Nîmes, le lendemain matin, à 9 h. 45, y séjournent près de trois heures et sont enfin acheminées sur leur destination où elles sont distribuées de 16 à 18 heures.

En sens inverse, une lettre pour Paris, déposée à Alais entre 8 et 18 heures, est expédiée à 18 h. 30, arrive à Nîmes à 19 h. 49, *une heure après* le passage du train Cette-Avignon-Paris (18 h. 45) et n'est distribuée que le lendemain, tard dans la soirée.

Un service d'avions qui suivrait l'horaire indiqué ci-après, remédierait à ces défauts de correspondance.

Aller. — *Départ* de Nîmes à 10 h. 30 ;

Arrivée à Alais à 11 heures.

L'appareil prendrait à bord le courrier dit « de Paris » qui comprend de 1.500 à 2.000 lettres et qui pèse 150 kilos environ. Ce courrier, de beaucoup le plus important de la journée, bénéficierait de la distribution de 12 heures et serait ainsi avancé de 4 heures sur son horaire actuel. Le gain, peu important en apparence, permettrait au public de répondre le jour même aux lettres parties la veille de Paris et ces réponses pourraient, grâce à l'avion, parvenir à Paris le lendemain matin, comme nous allons le voir par la suite.

Retour. — *Départ* d'Alais à 16 h. 30 (16 h. en hiver).

Arrivée à Nîmes une demi-heure après.

L'appareil emporterait soit toutes les dépêches qui partent actuellement à 18 h. 30, soit, parmi celles-ci, toutes celles qui gagneraient à profiter de ce départ. Ce courrier est très considérable et ne compte pas moins de 2.000 lettres environ, formant un poids moyen de 200 kilos.

Ainsi, la création de la ligne en question procurerait, suivant les cas, dans les relations entre Alais et Paris, aller et retour, des gains de temps variant de 11 à 22 heures.

Il n'est pas besoin de faire remarquer qu'il existe, en France, des centaines de cas semblables et souvent même plus typiques ; mais celui-ci suffit pour prouver que l'aviation peut améliorer

dans une large mesure, des communications postales qui ne sont cependant pas absolument mauvaises.

Quoique les détails d'exploitation de la ligne projetée soient presque tous d'ordre technique et doivent être laissés à la diligence du concessionnaire, il n'est pas sans intérêt de donner ici quelques renseignements sur les conditions dans lesquelles les vols seraient effectués, ainsi que sur la région que l'avion serait appelé à survoler deux fois par jour.

Contrairement à ce qu'on pourrait croire, cette région, comme toute la côte méditerranéenne, n'est pas très favorable à l'aviation, à cause des vents qui, principalement dans la saison d'été, atteignent une violence extrême. Il est plus facile de voler dans le ciel bas et légèrement brumeux, mais calme, de l'Ile-de-France, que dans les remous du mistral sous la voûte bleue du Languedoc ou de la Provence. Aussi, n'est-il pas téméraire de penser que les moyennes des jours de vol obtenues dans le nord et dans le midi de la France, seraient sensiblement égales, pour des lignes de longueurs comparables. Il est difficile d'évaluer cette moyenne qui dépend d'un grand nombre de facteurs. Si les pilotes n'étaient pas assujettis à un horaire et pouvaient choisir le moment le plus propice de la journée pour effectuer leur trajet, un parcours dans le genre de celui qui nous occupe pourrait être couvert au moins 330 jours par an. Mais l'obligation de partir à des heures strictement déterminées abaisse forcément cette moyenne. On peut cependant compter, sans être taxé d'exagération, sur 27 à 28 jours de vol par mois, de mai à septembre, et sur 24 à 25 jours pour les autres mois de l'année. Des aviateurs connaissant parfaitement le pays — il y a une école de pilotage à Istres (Bouches-du-Rhône) et un camp à Garons (Gard) — estiment que ces prévisions seraient certainement dépassées. Quoi qu'il en soit, une expérience portant sur quelques mois, pourrait seule fournir des indications précises.

Le pays entre Alais et Nîmes est peu accidenté. Les derniers contreforts des Cévennes viennent mourir à Alais et on ne rencontre, au delà, vers le Sud, que des ondulations de terrain de plus en plus faibles, rarement boisées et où les atterrissages de

fortune offrirait le minimum de dangers. L'avion aurait à suivre le chemin dessiné par la route nationale et la voie ferrée ; il serait donc impossible de se perdre et facile, en cas de panne, de confier le courrier au train qui, partant après l'avion, le rencontrerait sur son passage.

L'appareil appelé à desservir la ligne Nîmes-Alais serait du type A. R. (Doran) utilisé pendant la guerre à partir de 1917 et abandonné vers la fin de 1918, en raison de sa vitesse insuffisante. C'est une machine robuste qui peut couvrir, en vol plané, un espace de rayon égal à sept fois sa hauteur. Comme la route entre Nîmes et Alais est jalonnée par 9 ou 10 villages, le pilote pourrait toujours, en cas d'accident, atterrir à proximité d'une station de chemin de fer ou d'un centre de secours.

Enfin le trajet en question se prêterait à des expériences de radiogoniométrie à bord et à des essais de livraison de courriers, dans les localités intermédiaires, au moyen de sacs munis de parachutes.

Le terrain d'aviation de Nîmes est vaste, convenablement installé et peu éloigné de la gare. Celui d'Alais est simplement amorcé ; mais je ne crois pas trop m'avancer en disant que la Chambre de Commerce et la Municipalité seraient disposées à prendre les mesures nécessaires pour en compléter l'aménagement, si le présent projet était agréé. Cette bonne volonté de l'administration locale ne doit pas étonner. Placée au centre d'une région minière extrêmement riche, Alais a vu son importance presque doublée au cours des 15 dernières années ; il s'y produit le phénomène qu'on a souvent observé dans les villes à croissance rapide : la population, familiarisée avec les procédés industriels les plus modernes et préparée par une élite de techniciens et d'ingénieurs, accueille volontiers les méthodes nouvelles et s'y adapte d'autant plus facilement qu'elle n'a pas à briser un faisceau de préjugés et d'habitudes anciennes.

Il reste maintenant à évaluer le prix de revient approximatif de la ligne projetée.

On sait que les compagnies d'aviation reçoivent sous forme de primes et de subventions, une aide financière de l'État, et

quelquefois aussi, des Départements, des Communes et des Chambres de Commerce. Mais leurs charges sont encore très lourdes et le prix du kilomètre de vol n'est guère inférieur à 7 francs. Aussi leurs tarifs sont sensiblement plus élevés que ceux des voituriers ordinairement utilisés par l'Administration des P. T. T. A titre d'indication on peut signaler que la Compagnie aérienne française assure le transport des messageries entre Nîmes et Montpellier, — parcours à peu près équivalent à celui de Nîmes-Alais, — à raison d'un franc par kilogramme. Sur ces bases et à ce taux, le service projeté coûterait environ 400 francs par jour, auxquels il faudrait ajouter le prix du transport des dépêches entre les bureaux de poste et les terrains d'atterrissage. La rétribution du concessionnaire pourrait être calculée aussi d'après le nombre des correspondances, ou, plus simplement, fixée à forfait, par voyage effectué. Quelle que soit la base adoptée, cette rétribution serait, on le voit, assez élevée et ne pourrait jamais descendre au-dessous d'un chiffre-limite qui assurerait aux entrepreneurs un bénéfice minimum.

L'Administration peut-elle essayer de rentrer dans ses débours en imposant une taxe spéciale sur les correspondances transportées par avion ?

Pour répondre à cette question, il faut se demander, au préalable, si la poste aérienne constitue un service distinct, privilégié en raison de sa rapidité, et prenant place à côté du télégraphe, ou si, au contraire, elle doit être considérée comme un mode de communication destiné à suppléer les transports terrestres reconnus insuffisants. Dans le premier cas, il serait juste que les correspondances bénéficiant d'un régime de faveur fussent frappées d'une surtaxe ; dans la seconde hypothèse, elles devraient voyager au tarif normal.

Il est à remarquer que la ligne aérienne entre Nîmes et Alais participerait à la fois de ces deux caractères.

Sans doute, son objet essentiel serait, non pas d'avantager, mais simplement de doter d'un régime normal, une région jusqu'à ce jour défavorisée, et, à ce titre, les lettres originaires du nord et de l'est de la France qui sont actuellement retardées par suite

du défaut de correspondance des trains à Nîmes, devraient être transportées par l'avion au tarif ordinaire. Mais la ligne en question pourrait améliorer en même temps, les relations déjà satisfaisantes entre Alais d'une part et Nîmes, le sud-est et le sud-ouest d'autre part ; il serait donc logique de ne pas faire bénéficier du transport aérien, les lettres échangées avec ces régions, à moins que les expéditeurs n'aient acquitté une surtaxe convenable.

Ainsi, la distinction qui précède nous conduit, en définitive, à une discrimination assez subtile. Pour ma part, je serais partisan, tout au moins pendant la période d'essai, d'admettre toutes les correspondances dans la dépêche aérienne. La perte ou, plus exactement, le manque à gagner serait peu important. Il faut se garder des économies étroites et l'Administration en voie d'industrialisation, doit savoir imiter les sages prodigalités des commerçants qui, pour « lancer » un produit, n'hésitent pas, au début, à le vendre à perte.

Je dois faire observer, pour conclure, que la ligne Nîmes-Alais serait ouverte à *titre d'essai*. Si, après quelques mois d'observation, cet essai donnait, comme il est permis de le croire, les résultats escomptés, il faudrait le renouveler en d'autres lieux, l'élargir, en modifier les données. La navigation aérienne est trop dépendante des conditions étrangères à l'avion pour qu'on puisse adapter à toutes les régions indifféremment, un mode d'exploitation rigide et sans variantes. Notre réseau national ne sera pas coulé en une seule pièce ; il sera préparé lentement, après de nombreuses expériences, et à l'aide de morceaux épars patiemment assemblés.

Faut-il attendre, pour aborder cette tâche immense, que l'avenir nous ait dotés de l'appareil complet, vite, solide, et sûr ? L'étude du vol sans moteur, les perfectionnements de l'hélicoptère, la découverte récente de l'avion à surface portante variable, et, mieux que tout cela, la mise à l'ordre du jour de la vieille et sage formule du plus grand écart de vitesses, en réagissant contre la dangereuse surenchère de ces derniers temps, semblent orienter l'aviation vers des buts pratiques et nous montrent l'avenir gros de promesses. Mais quand ces promesses se réaliseront-elles ?

Faut-il subordonner notre action à ces progrès éventuels et n'est-ce pas se condamner à l'inertie que d'attendre le jour — qui ne viendra jamais — où l'on n'aura plus rien à demander à demain ?

Hâtons-nous, au contraire, de mettre en œuvre les moyens imparfaits dont nous disposons. Établissons sans tarder davantage nos premières lignes d'expérience ; elles nous donneront une méthode et seront la base de notre réseau futur.

PRINCIPES GÉNÉRAUX D'ADMINISTRATION¹

Par J. WILBOIS,

Directeur de l'École Nouvelle d'Administration et d'Affaires.

I

QU'EST-CE QU'ADMINISTRER ?

Tout le monde est d'accord en France aujourd'hui pour augmenter la production. Certains pensent que pour tenir notre rang politique et économique chaque Français doit en moyenne produire trois ou quatre fois plus qu'avant la guerre. Ce formidable coefficient ne peut décourager que ceux qui ignorent un grand nombre de méthodes nouvelles, dont la convergence peut produire dans le monde du travail des résultats miraculeux. Ce sont ces méthodes que nous allons tout d'abord rappeler et classer.

On peut les diviser en trois groupes :

- 1^o Les perfectionnements techniques ;
- 2^o Le meilleur usage des efforts individuels ;
- 3^o Le meilleur usage des forces sociales.

Nous rappellerons brièvement les deux premières méthodes, pour insister sur la troisième qui fera l'objet propre de ces articles.

1^o *Les perfectionnements techniques.*

Tout le monde les connaît : les petits lecteurs de Jules Verne rêvaient aux merveilles de la navigation sous-marine ou de la navigation aérienne, et Jules Verne vient à peine de mourir que ses fantaisies les plus folles sont devenues des réalités, auxquelles se sont ajoutées des réalités nouvelles : radiotélégraphie ou T. S. F., qu'il n'avait pas osé imaginer. Il semble que notre science soit toute-puissante sur le monde matériel et que sa puissance s'accroisse avec tant de rapidité que dix ans au vingtième siècle contiennent incomparablement plus de découvertes qu'un siècle au moyen âge. Parmi ces découvertes, il en est une à laquelle nous devons être plus particulièrement reconnaissants : c'est le machinisme. Une fois qu'une génération s'est adaptée à la machine (car au début

(1) Conférence faite le 11 décembre 1920 à l'École supérieure des Postes et Télégraphes.

elle risque de provoquer un chômage en se substituant aux bras) la génération suivante se réjouit, grâce à elle, d'avoir des journées de travail plus courtes, des muscles moins las au retour au foyer et des salaires plus élevés pour y mener une vie plus humaine. On sait la place que tient le machinisme à l'usine : moteurs à charbon, à pétrole, à houille blanche ou à houille verte, machines-outils et machines à faire des outils, etc. Le machinisme est en train de conquérir une place équivalente dans les bureaux : machines à écrire, à sténographier, à calculer, à coller les timbres, à ouvrir les lettres, à faire les adresses, à rendre la monnaie, et jusqu'à ces étonnantes machines de statistiques et de comptabilité dont une seule, amortie en quelques mois, fait le travail de quatre cents scribes, à qui elle permet de trouver dans des besognes plus actives un emploi plus élevé et plus rémunérateur de leur intelligence. Enfin, le machinisme s'est introduit dans les transports avec les locomotives, les paquebots, les automobiles, les avions, et dans des services liés aux transports comme la poste par avions ou le téléphone automatique : ces transports, en facilitant les débouchés, permettent aux industries proprement dites de se développer sur place ; leur production accrue appelle un machinisme perfectionné ; ce machinisme réagit à son tour sur les transports, et ainsi de suite. Donc cette évolution du machinisme se poursuit selon une force interne qui arrive à multiplier notre puissance de production, suivant les industries, par 10, par 20, par 100.

2° *Le meilleur usage des forces individuelles.*

La machine, bien qu'elle soit supérieure aux bras en puissance et en vitesse, n'est cependant qu'un bras d'acier à qui manque toute la souplesse du bras de chair ; elle ne peut faire que des besognes de manœuvre ; elle ne se substitue qu'aux hommes qui faisaient avant elle des métiers de bête de somme. Or l'industrie a besoin plus que jamais d'intelligence. C'est cette intelligence dont il est possible d'accroître le rendement. La science qui s'en chargera, c'est la psychologie. Combien de temps gâché jusqu'ici parce qu'on n'a pas su utiliser sa mémoire ! des gens, appartenant sans le savoir au type visuel, ont cru retenir des phrases rien qu'en les écoutant prononcer, comme s'ils appartenaient au type auditif. Combien d'efforts inutiles parce qu'on n'a pas connu sa courbe de fatigabilité, travaillant trois heures de suite sans repos alors qu'on aurait dû diviser son travail, par exemple en trois périodes de 50 minutes coupées par des repos de 10. Étude de la mémoire, étude de la fatigue, étude de l'attention, étude de l'imagination, étude de la suggestion, etc., voilà les chapitres d'une psychologie à peine naissante, il est vrai, mais riche déjà de méthodes et que certains ont appelée la science de l'efficacité ou de l'efficacité person-

nelle : à ceux qui veulent l'appliquer dès maintenant on peut prédire un rendement plus que doublé, c'est-à-dire qu'un homme arrive par là à faire dans sa journée au moins deux fois plus de choses qu'il n'en faisait avant.

Ces deux techniques de la transformation de la matière et de l'utilisation de l'intelligence se lient évidemment ; d'où un chapitre de la science du rendement qu'on a appelé la *standardisation*. L'idée est d'une telle importance que nous sommes forcés d'en dire quelques mots.

Standard (un mot qui nous vient d'Amérique, mais dont l'origine première est latine) a deux sens. D'après le dictionnaire, standard veut dire modèle, type, norme : un papier est standardisé quand il a un format unique, par exemple le format commercial ; des boulons et des écrous sont standardisés lorsqu'ils sont interchangeables ; des rails sont standardisés quand ils ont le même écartement ; il y a de même standardisation, quand on oblige tout le monde à coller les timbres en haut et à droite des enveloppes, et à mettre leurs fenêtres transparentes dans le sens de la longueur, simplifiant ainsi aux facteurs le travail de triage. Dans ce sens, standardisation est synonyme d'unification. Certes, l'unification est un très gros progrès, car elle permet la fabrication en série et la réparation sur place et sans délai d'une pièce qui vient de se briser. Cependant, le progrès ne serait que partiel si l'on avait, par malheur, unifié un type incommode comme des machines à écrire à clavier trop large pour l'écartement des doigts, ou des lampes électriques aveuglantes et coûteuses ; d'où un autre sens du mot standardiser, le moins connu peut-être et qui est cependant le sens primitif du mot ; c'est lui seul que nous retiendrons désormais.

Standardiser, c'est établir la meilleure manière d'être d'un objet ou la meilleure manière de faire une action.

Par exemple il s'agit de transporter avec une pelle donnée un tas de sable à une distance de cent mètres. Si l'on ne veut pas opérer au hasard, ce qui serait la pire façon, on doit étudier successivement le meilleur poids de la pelletée, la meilleure distance à laquelle on la lancera sur un tas intermédiaire, le temps qui s'écoulera entre deux pelletées successives, l'inclinaison de la pelle par rapport au sol, la position du corps par rapport à la pelle. En ce qui concerne le premier de ces éléments, on remarque par des tâtonnements successifs qu'une pelletée de vingt kilogs épuise l'ouvrier, mais qu'une pelletée d'une livre en se répétant trop souvent n'est pas plus avantageuse ; entre ces deux limites il y a un poids, variable il est vrai avec les individus, mais qui est voisin de dix kilogs pour l'un d'eux, et qui est le meilleur de tous. Nous l'appellerons le poids standard. De même on trouvera une dis-

tance standard, un rythme standard, une inclinaison standard, une position standard. Tous ces éléments une fois standardisés, l'opération complète sera standardisée elle-même.

Ce que nous venons de dire d'un cas très simple s'appliquerait sans doute à tous les cas. Les règlements militaires ont depuis longtemps standardisé le mouvement du marcheur ou la position du tireur ; Gilbreth a standardisé la pose des briques par le maçon ; M. Charpy standardisait récemment une analyse d'acier pendant que M. Nusbauer standardisait le triage des brins de poudre ; la National Cash Register a standardisé le travail de ses vendeurs ; on pourrait standardiser, au moins dans une certaine mesure, la façon d'apprendre une pièce de vers. Les études pour créer un standard exigent une très grande science et souvent beaucoup de temps ; pour la pose des briques, il a fallu plusieurs années ; même, s'il s'agit d'une opération intellectuelle élevée comme l'art de préparer un examen, on n'arrivera jamais à une recette rigoureuse ; enfin, n'oublions pas que les standards varient avec chaque individu ou avec chaque type d'individus : par exemple, la meilleure façon d'apprendre est différente pour les auditifs ou les visuels, pour les inductifs ou pour les deductifs, pour les sanguins, les lymphatiques ou pour les nerveux. Néanmoins, tout le monde devine la prodigieuse importance qu'il y aurait à standardiser le plus grand nombre possible d'actes ou de choses.

Il est un cas particulier de la standardisation que nous ne nommons ici qu'à cause du bruit que l'on a fait autour de lui, c'est le *chronométrage*. Le temps en effet est un facteur de standardisation, mais un facteur entre bien d'autres. Chronométrer une opération, c'est chercher le meilleur temps pour l'accomplir. Nous disons le temps le meilleur et non pas le temps le plus court : pour faire 50 kilomètres un homme peut mettre 7 heures, mais il se claque ; s'il en met 10, il est prêt à recommencer le lendemain ; le temps maximum est 7 heures, le temps optimum est 10 ; le coureur de Marathon n'était pas standardisé. C'est cette erreur qu'ont commise les premiers chronométrateurs ; ils ont cherché la vitesse sans tenir compte d'autres éléments comme la fatigue ou encore sans distinguer les qualités de leurs sujets ; ils ont fait faire une besogne à toute allure à des ouvriers d'élite, cravaché ensuite des ouvriers médiocres par la crainte d'un renvoi ou l'appât d'une prime ; ils ont obtenu les pires résultats techniques parce qu'ils se sont mis dans des conditions qu'aurait condamnées une science plus parfaite et, en outre, ils ont déclenché de longues grèves avec la plus mauvaise presse pour une idée très juste. Ils ont lancé au chronométrage le pavé de l'ours. D'après ce que nous venons de dire, on voit que le chronométrage n'est que l'étude du temps le plus avantageux dont on ne doit

s'écarter ni en deçà, ni au delà, dans l'intérêt simultané de l'entreprise et du travailleur. Mais, sous cette forme, il n'est qu'un cas restreint de la standardisation.

Tout ce que nous venons de dire s'applique à un geste unique et à un seul individu. Mais dans la production actuelle, on fait converger une foule de gestes et des individus nombreux. Il est probable que dans une étude scientifique de ces actions liées et de ces sociétés d'hommes, on trouvera de nouvelles manières d'augmenter le rendement. Cette étude étant la plus complexe est aussi la plus récente, c'est sur elle que nous allons maintenant insister.

3° *Le meilleur usage des forces sociales.*

Mais auparavant, il nous faut analyser les entreprises modernes.

Ce que nous dirons sera assez général pour s'appliquer à toutes les entreprises, à une usine, à une maison d'exportation, à une compagnie de transports, à une banque, à un hôpital, à une école, à une société de bienfaisance, à une administration publique. Toutes en effet produisent quelque chose ; l'usine produit du fer, de la toile ou des meubles, l'hôpital produit de la santé, la banque produit du crédit, l'école produit de l'instruction, et les services publics ont reçu ce nom parce que, chacun à sa manière, ils produisent en effet des services. Pour toutes ces productions se pose le problème du rendement le meilleur. Donc les hommes qui y participent doivent avoir entre eux des rapports déterminés, les mêmes dans leurs grandes lignes.

L'analyse de ces entreprises peut être faite de deux points de vue :

A. *Selon les diverses transformations des choses qui passent à travers ces services.*

B. *Selon les diverses actions de l'homme qui transforme ces choses.*

La première analyse est technique, la seconde est psychologique.

A. *Analyse technique.*

La division du travail a fait considérer, dans toute entreprise, cinq fonctions principales :

a) *Fonction de fabrication.* C'est la fonction sinon la plus importante, du moins la plus caractéristique de l'entreprise, celle qui la classe dans l'opinion commune : fabrication au sens propre dans une usine proprement dite, fabrication de la santé dans un hôpital, etc.

b) *Fonction commerciale*, se divisant elle-même en achat de matières premières et vente de produits finis : opérations bien connues dans une usine ordinaire, mais qui se retrouve aussi dans l'école qui doit payer ses frais de laboratoire ou rechercher ses élèves, etc.

c) *Fonction financière*, chargée partout de répartir son capital en immobilisations, stocks, fonds de roulement, etc.

d) *Fonction comptable*, pour constater tous les mouvements de matière ou d'argent.

e) *Fonction de sécurité*, pour se garantir contre les voleurs, contre les incendies, contre de mauvais contrats.

Ces fonctions existent, séparées et quelquefois très séparées, dans les grandes entreprises ; dans les entreprises plus petites, d'eux d'entre elles, par exemple la fonction commerciale et la fonction financière, peuvent être réunies en un seul homme ; néanmoins, si deux services sont fondus en un seul, ce service unique joue quand même un double rôle, ce qui confirme la généralité de notre distinction.

Dans cette analyse, ce qui nous a guidé, ce sont bien les vicissitudes de la matière qui se transforme. C'est évident pour la fabrication. Ça ne l'est pas moins pour le commerce, puisque l'achat de matières premières transforme l'argent en objets et que la vente des produits fabriqués transforme de nouveaux objets en une somme d'argent accrue. Il en est de même de la fonction comptable, au moins parce qu'elle établit le contrôle des transformations commerciales ou techniques. La fonction de sécurité a pour but d'empêcher les transformations indésirables, celle des objets combustibles en fumée dans un incendie, l'évanouissement des objets précieux dans la poche d'un voleur. Enfin, la fonction financière exprime des transformations plus lentes du capital, tour à tour argent, machines, stocks, transformations à long rythme sur lesquelles s'appuient les transformations plus rapides qu'étudient les quatre fonctions précédentes.

B. *Analyse psychologique.*

Mais si l'on suit non l'histoire de la matière, mais l'histoire de l'homme par qui cette matière évolue, on aboutit à une analyse tout à fait différente. L'analyse nouvelle elle-même se présentera sous deux espèces, suivant qu'on considère l'agent inférieur, — l'ouvrier ou le technicien qui agissent sur cette matière directement, — et suivant qu'on considère le chef qui n'agit sur elle que par l'intermédiaire de ses subordonnés.

Dans le premier cas, l'homme fait successivement quatre actions principales :

a) *Il prévoit* (par exemple, le menuisier prévoit le nombre d'outils qu'il doit emporter pour réparer une porte).

b) *Il dispose* (par exemple, le menuisier, arrivé à pied d'œuvre, dispose les outils pour perdre, pendant le travail, le moins de temps, le moins d'espace, le moins de force physique, le moins de force nerveuse).

c) *Il agit* : besogne caractéristique de son métier et tellement caractéristique qu'on la prend souvent pour la besogne unique.

d) *Il contrôle* enfin, ne quittant la place qu'après s'être assuré que la réparation est bien faite.

Mêmes opérations pour l'ingénieur, pour le peintre, pour l'écrivain, pour le savant, avec cette différence qu'au lieu d'agir sur une matière qui se touche et qui se pèse, ils ont souvent à agir sur des idées impondérables, et que leur instrument, au lieu d'être le marteau, le rabot ou la scie, est leur faculté de raisonnement ou leur imagination créatrice. Mais ce qui rapproche ici le plus grand inventeur et le plus humble artisan, c'est que l'un et l'autre pétrissent directement l'objet de leur activité ; l'un est à un établi, l'autre est dans une tour d'ivoire ; mais tous deux sont des isolés.

Il n'en est pas de même pour le chef d'un service, le directeur d'une entreprise, l'administrateur d'un cartel, parce que ceux-là ont sous leurs ordres des subordonnés souvent eux-mêmes chefs de subordonnés de second ordre, et c'est par leur intermédiaire seulement qu'ils pèsent sur la réalité. L'objet qu'ils ont à manier c'est une hiérarchie d'hommes. Leur fonction n'est point technique, mais sociale.

C'est pourquoi les éléments de leur action ne coïncident pas tout à fait avec ceux de l'action plus simple que nous venons de décrire. On en verra les différences dans une énumération où nous suivrons, autant que possible, l'ordre chronologique :

- a) *Prévoyance* plus complète que tout à l'heure.
- b) *Disposition* d'objets plus nombreux, comme les diverses formes du capital, mais aussi et surtout *organisation* de toute la hiérarchie dont ils ont la charge.
- c) *Recrutement et éducation* du personnel.
- d) *Commandement* sur ce personnel, c'est-à-dire usage des liens hiérarchiques.
- e) *Coordination* de ce personnel, c'est-à-dire, outre les liens hiérarchiques souvent trop rigides, établissement de liaisons latérales qui permettent à deux chefs de services voisins de se concerter sans attendre des ordres, lorsque cela est nécessaire.
- f) *Contrôle* enfin, qui, comme la prévoyance et la disposition, dépasse de beaucoup en ampleur le contrôle que le simple ouvrier ou le simple employé ont à exercer sur eux-mêmes.

Ces éléments de l'acte humain, lorsqu'il aboutit à une production, ont été mis récemment en lumière par M. Henri Fayol, directeur général de la Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville (1). Il

(1) M. Fayol a exposé sa doctrine dans « Administration Industrielle et générale » (Dunod, 1918. *Annales des Postes et Télégraphes et Téléphones*, n° 3, septembre 1917). Un commentaire de cette doctrine a été donné par MM. J. Wilbois et P. Vanuxem dans « Essai sur la conduite des affaires et la direction des hommes » (Payot, 1919).

est clair que pour M. Fayol « administration » est pris dans un autre sens que dans « administration publique », « conseil d'administration », « services administratifs ». Il est pris également dans un autre sens que chez Taylor, qui parle d'un « type administratif » d'entreprises, pour l'opposer à un « type militaire » dont M. Fayol se rapproche plus ou moins. Le mot est donc pris aujourd'hui dans des sens très divers, ce qui prête à confusion. Nous prions très instamment le lecteur, dans la suite de sa lecture, d'oublier les acceptions anciennes, pour accepter celle de M. Fayol qui, du reste, est celle qui se rapproche le plus du sens étymologique. Nous reproduisons à peu près textuellement sa pensée, avec cette différence que nous nous sommes permis de nommer, parmi les éléments de la fonction administrative, la fonction de recrutement et d'éducation ; elle était, il est vrai, implicitement contenue dans l'énumération de M. Fayol ; si, dans la nôtre, nous l'avons rendue plus explicite c'est que l'après-guerre a mis en évidence la possibilité de faire un recrutement scientifique et la nécessité d'élever employés et ouvriers dans le sens le plus complet du mot élever.

En outre nous séparerions volontiers en deux groupes ces éléments de l'administration. Dans le premier nous réunirons la prévoyance, la disposition, l'organisation et le contrôle. Dans le second, nous rapprocherons le recrutement, l'éducation, le commandement et la coordination. Dans chaque groupe, en effet, se trouvent des actions analogues exigeant des capacités semblables. Prévoir, disposer, organiser et contrôler, en général s'accomplissent hors du tumulte journalier de l'entreprise, ne sont pas absolument liés aux échéances de son calendrier courant, et exigent surtout des aptitudes intellectuelles. Au contraire, recruter, élever, commander, coordonner se font au contact des hommes, appellent souvent des réactions immédiates, exigent, avant tout, des qualités de caractère. Donc l'administration est aux deux pôles de l'âme. Un administrateur complet, s'il existe, réunit en lui des aptitudes presque contraires. C'est un admirable type d'homme, presque un prodige.

Ainsi, en tout acte, il faut à la fois de la technique et de l'administration. De la technique, parce qu'on agit sur les choses aux lois desquelles il faut se plier, de l'administration parce qu'on agit avec les lois de la nature humaine, et l'administration, par son origine psychologique, apparaît comme quelque chose d'absolument universel. Mais, dans la besogne du simple ouvrier, l'administration, quoique répandue partout, se trouve à faible dose. Le minimum de prévoyance, de disposition et de contrôle suffit, l'exécution est presque tout. Chez les chefs, au contraire, la technique a presque disparu. L'administrateur de mines, l'armateur, l'évêque, le recteur d'université, le direc-

teur de ministère ont des besognes analogues parce que la super-technique, qui est leur technique à eux, les confine, les uns où les autres, dans la direction d'hommes qui sont presque toujours les mêmes hommes. C'est pourquoi l'on a vu d'anciens notaires ou des agrégés d'histoire prendre, et avec le plus grand succès, la direction d'usines métallurgiques ou de fabriques de produits chimiques, et des ministres diriger tour à tour des départements différents avec la plus remarquable maîtrise. Tous exerçaient la fonction administrative sous sa seconde forme et presque à l'état pur.

L'art et la science d'administrer, entre les mains de tels hommes, est une nouvelle cause d'augmentation de rendement pour les entreprises qu'ils ont à mener. C'est cette fonction administrative qu'il nous faut maintenant décrire avec quelques détails. Dans cette description, nous nous placerons souvent au point de vue du chef, parce que c'est chez lui qu'on peut saisir la fonction sous sa forme la plus complète, et nous diviserons en deux parties la suite de notre étude, examinant, dans la première, les fonctions de prévoyance, de disposition, d'organisation et de contrôle que nous pourrions nommer des fonctions *statiques*, et, dans la seconde, les fonctions de recrutement, d'éducation, de commandement et de coordination qu'on pourrait appeler des fonctions *dynamiques*.

(A suivre.)

Service d'Études et de Recherches Techniques

DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

**Service fourni par les piles à liquide immobilisé,
petit modèle.**

La pile à liquide immobilisé de petit modèle a été adoptée par l'Administration en 1917 pour être installée chez les abonnés à faible trafic téléphonique. Le volume de cette pile est approximativement de 0 dmc. 5 et son poids de 1 kilogramme, contre 2 dmc. et 3 kgs 3 à la pile de grand modèle.

Il a paru nécessaire, selon l'avis exprimé par le Comité technique, de faire une étude comparative très complète des piles, petit et grand modèle, particulièrement au point de vue de leur emploi dans des locaux défectueux et à celui de leur conservation en magasin. L'on savait déjà de façon certaine, que les deux types de pile, grand et petit modèle, lorsqu'ils sont de bonne fabrication et sont installés dans de bons locaux après n'avoir subi qu'un court magasinage sont parfaitement aptes au service téléphonique, chacun dans les limites de sa capacité en ampère-heures.

I. Étude des piles mises en service dans des locaux défectueux.
— On a choisi comme local défectueux la cuisine du restaurant coopératif du personnel des P. T. T. à la rue de Grenelle. C'est un local saturé chaque jour de vapeur d'eau à une température élevée.

L'influence du local défectueux ne s'est pas faite sentir tout de suite sur les piles mises en expérience. Il a fallu attendre environ 150 jours avant que les piles en local défectueux, grand et petit modèle, accusassent un faiblissement par rapport à celles qui étaient dans un local sain.

Les courbes annexées à la présente étude donnent la valeur de l'affaiblissement produit, à divers régimes de débit, sur des piles de divers modèles.

On conclura : 1° que les piles petit modèle ne subissent pas l'influence des locaux défectueux plus facilement que les piles grand modèle (les courbes 1 et 3 et les courbes 2 et 4 de la figure 2 sont, en effet, respectivement comparables) ;

2° que l'influence des locaux défectueux ne se faisant sentir qu'à la longue, il serait au contraire préférable de ne pas mettre dans de tels locaux des éléments de pile ayant une capacité en ampère-heure leur permettant de durer trop longtemps.

II. Etude du vieillissement des piles à liquide immobilisé laissées au repos ou bien à un régime de débit extrêmement faible.

— On a pris des éléments de petit modèle auxquels on a fait débiter 5 ah en 300 jours, ce qui est un débit extrêmement faible, la pile pouvant presque être considérée comme étant au repos. Après 300 jours ils avaient encore 1 v 43 et continuaient à débiter dans les mêmes conditions qu'auraient pu le faire des piles fraîchement construites auxquelles on aurait pris 5 ah rapidement sans les laisser vieillir. Les éléments conservés pendant 300 jours n'avaient donc pas subi de vieillissement.

III. Conditions de magasinage. — Les conditions de magasinage ayant pour but d'éviter la détérioration matérielle des éléments seraient de beaucoup les plus importantes à observer. On doit éviter d'empiler les éléments car l'empilage les écrase et favorise les suintements ; de les mettre en contact les unes avec les autres car les contacts même des enveloppes font à la longue des courts-circuits ; de les manipuler avec brutalité, tant au magasin que pendant les transports et l'installation.

IV. Conclusion. — Les éléments de pile à liquide immobilisé petit modèle, lorsqu'ils sont de bonne fabrication et lorsque l'on observe les règles de magasinage indiquées ci-dessus, peuvent sans aucun inconvénient être gardés en magasin pendant plusieurs mois avant leur mise en service. Ces éléments sont

aptes au service téléphonique au même titre que les éléments de grand modèle ; et, si l'on est parfois obligé de les installer dans des locaux défectueux, ils sont, comme les éléments grand modèle, à même de résister plusieurs mois à l'influence pernicieuse du mauvais local.

Sur des essais par l'Administration française, de téléphonie multiple par courants de haute fréquence.

Des essais de téléphonie multiple sont effectués au Service d'études et de recherches techniques des Postes et Télégraphes sous la direction de M. Gutton, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy. En particulier, entre Nancy et Bar-le-Duc, trois communications ont été établies sur le même circuit : une communication ordinaire et deux à haute fréquence.

Le but qu'on s'est proposé au cours de ces essais a été d'utiliser au mieux la puissance que peuvent fournir des lampes de petites dimensions, avec de faibles tensions de plaque. Les schémas d'appareils adoptés paraissent remplir ces desiderata. Les essais se poursuivent en ligne et au laboratoire.

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Tableau commutateur multiple destiné au bureau central téléphonique de Douai.

L'Administration vient de mettre au concours la fourniture d'un tableau commutateur multiple pour le bureau de Douai. Cette fourniture comprendra un multiple urbain à batterie centrale d'une capacité de 3.600 lignes d'abonnés et équipé dès maintenant pour 1500 ainsi qu'un meuble interurbain d'une capacité de 150 circuits et équipé dès maintenant pour 70. Le meuble interurbain comportera les jacks généraux des lignes urbaines et interurbaines ; la table d'annotatrices de l'interurbain sera à 4 positions.

La fourniture de cette installation a été attribuée à la Société Regina.

Le cahier des charges a imposé les conditions suivantes pour l'exploitation du meuble urbain :

« L'abonné demandeur décroche son récepteur, le signal d'appel placé au-dessus du jack individuel apparaît. La téléphoniste urbaine enfonce une fiche dans ce jack individuel, abaisse la clé d'écoute et reçoit la demande. Si, après avoir fait le test, la téléphoniste constate que la ligne du demandé est libre elle enfonce dans le jack général la deuxième fiche de la paire de cordons utilisée. L'appel se fait automatiquement par le simple enfoncement de la fiche et il y a un retour de courant d'appel du côté du demandeur. Lorsque la communication est terminée et que les deux abonnés raccrochent leur récepteur, les deux lampes de supervision s'allument sur le groupe. Le meuble sera prévu pour l'installation éventuelle sur les lignes d'abonnés d'un système de compteurs automatiques de conversations. »

Le schéma représente le type de dicorde urbain qui sera installé à Douai.

C'est un dicorde à condensateurs, la fiche de gauche est la fiche de réponse au demandeur, la fiche de droite, celle de l'appel du demandé. Le retour du courant d'appel vers le demandeur est obtenu à travers le condensateur de 1 MF. Le circuit des compteurs automatiques de conversation est indiqué en pointillé.

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Revue française, par M. TAFFIN, Directeur des Postes et Télégraphes.
— Revue étrangère, par M. REYNAUD-BONIN, Ingénieur, et M. CAUGHIE, Inspecteur des Postes et Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUE FRANÇAISE

Fonctionnement de la sonnerie électrique. Expérience de cours (*communication de M. Ch. Féry à la Société française de physique*). — I. On cite à tort dans les Ouvrages élémentaires la sonnerie électrique comme le type d'une application simple de l'électro-aimant.

M. Bouasse dans son *Traité d'électricité* s'élève avec raison contre le choix de cet exemple et montre que le fonctionnement de ce petit appareil si répandu est en réalité très complexe. M. A. Guillet, dans la *Technique moderne*, développe des considérations du même genre, au sujet de l'électro-diapason, et depuis vingt ans j'expose avec détails le fonctionnement de ce même appareil à mes élèves.

Le Tikker de T. S. F. et le trembleur de la bobine d'induction dérivant également du principe de Neef appellent les mêmes remarques.

Il est bien évident en effet que si l'établissement du courant dans l'électro avait lieu instantanément et si la rupture se faisait brusquement, tous les dispositifs dérivés du trembleur de Neef ne fonctionneraient pas.

Ce n'est que grâce à la self-induction que la palette mobile est soumise à une force de retenue plus faible pendant sa période d'éloignement que celle attractive qui se produit pendant son retour vers l'électro.

L'intensité pendant la période variable d'établissement du cou-

tant dans un électro-aimant est donnée en effet par la formule connue :

$$I = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right)$$

Cette expression ne permettrait d'ailleurs pas de calculer I dans l'électro de sonnerie dont la réductance et par suite la self varient continuellement du fait du déplacement de l'armature.

II. Une expérience simple permet de mettre en évidence devant un nombreux auditoire le rôle important joué par la self-induction dans tous les appareils dérivés du trembleur de Neef.

On monte en série une sonnerie dont l'électro-aimant ne porte qu'une seule couche de fil, une bobine de self sans fer, un rhéostat et une pile.

En ajustant convenablement le rhéostat, on arrive à entretenir faiblement le mouvement de la sonnerie. Si à ce moment on augmente la self-induction en plongeant un noyau de fer dans la bobine de self, le fonctionnement de la sonnerie devient normal.

Il serait facile de trouver dans les Ouvrages d'enseignement élémentaire des exemples plus simples d'application de l'électro-aimant : le trieur électromagnétique par exemple ou le télégraphe Morse.

Le but de cette courte communication sera atteint si elle contribue à rectifier une inexactitude dans l'enseignement élémentaire de l'électricité.

PÉRIODIQUES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

Les équations des lampes à vide, par W. H. ECCLES (*The Electrician*, février 1920). — I. *Lampes à deux électrodes*. Dans une lampe à deux électrodes — une cathode chauffée et une anode — les conditions physiques peuvent s'exprimer sous une forme mathématique simple lorsque le courant est pratiquement une décharge électronique pure. Les électrons qui circulent du filament à la plaque et qui constituent le courant donnent lieu à un champ électrique tendant à repousser vers le filament les électrons qui

n'en sont encore que peu éloignés. On peut donc se figurer ce champ comme une force contre-électromotrice, qui serait opposée à celle de la batterie E , et quelque peu analogue à la force contre-électromotrice de polarisation d'un électrolyte. Soit e_a cette force contre-électromotrice ; e_a la tension entre anode et cathode, i_a l'intensité du courant dans le circuit.

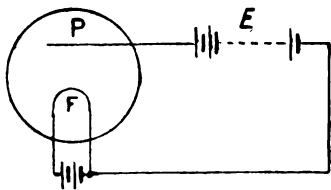


Fig. 1.

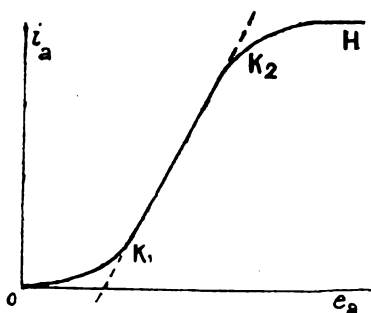


Fig. 2.

Si l'on fait varier e_a , les variations de i_a sont représentées par la courbe caractéristique (fig. 2), qui se compose d'une partie courbe $O K_1$, d'une partie sensiblement rectiligne $K_1 K_2$, raccordées à une partie sensiblement horizontale $K_2 H$.

Considérons d'abord la partie rectiligne. Son équation peut s'écrire :

$$i_a = h_a (e_a - e_s)$$

où h_a est le coefficient angulaire et les dimensions d'une conductance ; e_s est l'abscisse à l'origine et les dimensions d'une tension : c'est la force contre-électromotrice dont il a été question plus haut. On peut donc dire, comme conséquence du fait d'expérience, que la partie $K_1 K_2$ de la caractéristique est sensiblement droite, que la lampe dans cet intervalle obéit sensiblement à la loi d'Ohm. On doit remarquer que la constance de h_a et de e_s et la conformité à la loi d'Ohm qui en résulte, proviennent, au point de vue physique, de ce que la température du filament décroît régulièrement du centre vers les extrémités, de sorte que lorsque le point représentatif (e_a, i_a) parcourt la branche $K_1 K_2$, les divers points du filament

atteignent successivement leur régime de saturation. Bien que cette façon d'obtenir la conformité avec la loi d'Ohm soit plutôt artificielle, il est très commode, dans la pratique des calculs, de considérer la lampe comme obéissant à la loi d'Ohm sous la forme décrite plus haut.

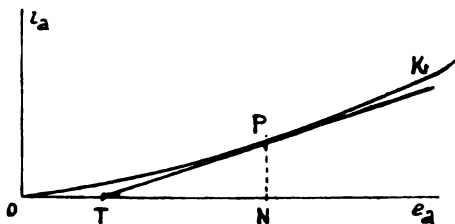


Fig. 3.

Considérons maintenant (fig. 3) la partie $O K_1$ de la caractéristique, qui correspond à des tensions de l'anode trop faibles pour que même le courant électrique issu des parties les plus froides du filament atteigne sa valeur de saturation. Il nous est loisible d'écrire l'équation de la tangente en un point P quelconque de l'arc $O K_1$ sous la forme :

$$i_a = h_a (e_a - e_*)$$

mais alors h_a , coefficient angulaire et $e_* = OT$, abscisse à l'origine de la tangente en P , auront des valeurs variables avec le point P , au lieu qu'ils avaient des valeurs constantes sur la partie rectiligne $K_1 K_2$. Dans beaucoup de problèmes relatifs au fonctionnement d'une lampe à deux électrodes, nous pourrions confondre un petit arc de part et d'autre de P avec la tangente en P ; en pareil cas, nous donnerons à h_a et à e_* leurs valeurs *instantanées*, caractéristiques du réglage de la lampe figuré par le point P , et la lampe pourra être traitée dans les calculs exactement comme si elle avait une conductance h_a et une force contre-électromotrice e_* toutes deux constantes et suivait la loi d'Ohm. Les problèmes où cette simplification ne peut être admise sont ceux où la courbure de la courbe en P , et non sa pente, joue un rôle essentiel.

Le fait que les variables e_* et i_a , dans la partie $O K_1$ de la courbe, sont liées par la relation suivante donnée par M. Langmuir :

$$i_a = A e_*^{3/2}$$

permet de connaître *a priori*, par différentiation, les valeurs de h_a et de e_a correspondant à un point P (e_a , i_a). On a :

$$h_a = \frac{d i_a}{d e_a} = \frac{3}{2} A e_a^{3/2}$$

et $e_a = 1/3 e_s$, ou $OT = 1/3 ON$.

II. *Lampes à trois électrodes*. Des considérations semblables peuvent s'appliquer aux lampes à trois électrodes lorsque, ce qui est souvent le cas, le courant allant de la grille au filament à l'intérieur de la lampe est négligeable. L'étude du champ électrostatique de la grille et, en général, d'une électrode régulatrice quelconque montre que lorsque celle-ci est à un potentiel différent de celui du filament, elle superpose un champ électrique à celui qui existait déjà dans l'espace chargé d'électrons et, par suite, modifie la force contre-électromotrice due à cette charge. Quand l'électrode régulatrice a une tension positive par rapport au filament, soit e_g , la force contre-électromotrice est réduite d'une certaine quantité proportionnelle à cette tension, soit $g e_g$. La constante de proportionnalité g est ordinairement plus grande que 1 et peut être appelée le *facteur de tension* de la lampe (1). La présence de la grille équivaut donc à l'introduction dans le circuit-plaque d'une force électromotrice $g e_g$, de même sens que la batterie de plaque. La force électromotrice effective qui produit le courant électronique dans le circuit de plaque est maintenant :

$$e_a - (e_s - g e_g) \quad \text{ou} \quad e_s + g e_g - e_s$$

au lieu de $(e_s - e_a)$, comme c'était le cas pour une lampe à deux électrodes. La quantité $(e_s + g e_g)$ apparaît si fréquemment qu'il est commode de lui donner un nom spécial, par exemple *tension composée* ; nous la désignerons par le symbole e_c . La théorie de la

(1) Cette quantité est la même que celle désignée par k et appelée *constante d'amplification* au cours d'un article analysé ici même (Détermination des caractéristiques d'un amplificateur, *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1919, p. 294). La méthode décrite à cet endroit, et qui est due à M. John Miller, du Bureau of Standards, Washington, D. C., permet de mesurer directement k par la méthode du pont à téléphone.

lampe à trois électrodes est ainsi ramenée, par la substitution de e_c à e_s , à celle de la lampe à deux électrodes. Nous avons notamment, le long de la partie quasi-rectiligne de la *caractéristique composée* (e_c, i_a) :

$$i_a = h_a (e_c - e_s)$$

S'il est nécessaire d'exprimer explicitement la tension régulatrice (ou tension-grille), on écrira :

$$i_a = h_a (e_s + g e_g - e_s)$$

ou encore

$$i_a = h_a e_s + h_g e_g + h_o,$$

ce qui est l'équation proposée d'abord par M. M. Latour. Dans cette équation :

$$h_g = g h_a \quad \text{et} \quad h_o = - h_a e_s$$

et tous ces paramètres sont des constantes sur la partie rectiligne de la caractéristique.

L'équation de la partie courbe de la caractéristique composée au-dessous du coude inférieur K_1 , s'écrira :

$$i_a = A e_s^{3/2} = A (e_s + g e_g)^{3/2},$$

ce qui est l'équation donnée par M. Langmuir.

L'équation

$$i_a = h_a (e_c - e_s)$$

sera encore celle de la tangente en un point quelconque P de la partie courbe seulement. Si l'on écrit sous la forme :

$$i_a = h_a e_s + h_g e_g + h_o,$$

$$h_a = \frac{\partial i_a}{\partial e_s}, \quad h_g = \frac{\partial i_a}{\partial e_g}, \quad \text{et} \quad h_o, \quad \text{ne seront plus des constantes.}$$

Si l'on a une famille de caractéristiques (e_g, i_a) correspondant chacune à une valeur particulière de e_s , on peut en déduire la caractéristique composée ; de même si l'on a une famille de caractéristiques (e_s, i_a) pour diverses valeurs de e_g . La caractéristique composée est d'ailleurs identique à la caractéristique (e_s, i_a) pour $eg = 0$. Inversement si les caractéristiques composées (e_c, i_a) et le facteur de tension g sont connus, toutes les autres caractéristiques peuvent s'en déduire. Les résultats donnés par les caractéristiques

composées sont valables pour la plus grande partie des réglages utilisés dans la pratique, mais non dans les cas extrêmes. En d'autres termes, le facteur de tension g est constant sur presque toutes les caractéristiques.

On doit faire au sujet des lampes à trois électrodes la même remarque qu'au sujet des lampes à deux électrodes : à savoir que ce n'est pas le fait de se trouver sur la partie droite ou sur la partie courbe de la caractéristique qui doit décider du choix à faire entre les équations :

$$i_a = h_a (e_c - e_s) \quad \text{et} \quad i_a = A e_c^{3/2}.$$

Si une lampe fonctionne sur la partie courbe de la caractéristique, et qu'elle soit employée comme détecteur, alors la courbure de la caractéristique joue un rôle essentiel et on doit employer l'équation de M. Langmuir. Si elle est employée comme amplificateur, c'est la pente de la courbe au point considéré qui intervient, et on doit employer l'équation de M. M. Latour, en ayant soin seulement d'y donner aux paramètres h_a , e_s , leurs valeurs instantanées. A titre d'exemple, traitons complètement ce dernier cas.

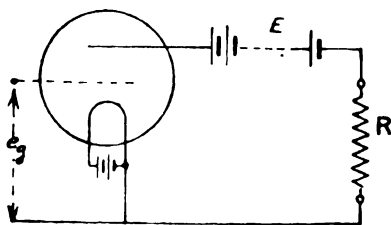


Fig. 4.

Supposons que la grille ait par rapport au filament une tension oscillant très peu autour d'une valeur moyenne e_g . Nous voulons recueillir aux bornes de la résistance R ces oscillations amplifiées. Nous connaissons le facteur de tension g de la lampe et les valeurs instantanées h_a et e_s correspondant au réglage particulier employé.

Appelons $r_a = \frac{1}{h_a}$ la résistance (instantanée) de la lampe. D'après ce que nous avons dit nous pouvons, puisqu'il ne s'agit ici que d'amplification, appliquer la loi d'Ohm au circuit-plaque. Sa résis-

tance est $R + r_s$; la force électromotrice appliquée est E , et il y a une force contre-électromotrice $e_s - g e_g$.

On a donc
$$i_s = \frac{E + g e_g - e_s}{R + r_s}$$

d'où
$$\Delta i_s = \frac{g \Delta e_g}{R + r_s}$$

La variation de tension aux bornes de R est $R \Delta i_s$, et le rapport d'amplification cherché est :

$$\frac{R \Delta i_s}{\Delta e_g} = \frac{R g}{R + r_s}$$

Mesure des principaux paramètres d'une lampe à trois électrodes, par W. H. ECCLES (*Proceedings of the Physical Society of London*, février 1920). — I. GÉNÉRALITÉS. — L'auteur considère quelques-unes des quantités déjà rencontrées dans l'article précédent :

- 1° les coordonnées du milieu de la partie droite de la « caractéristique composée »,
- 2° le « facteur de tension » g ,

3° la dérivée $h_s = \frac{\partial i_s}{\partial e_s}$,

4° la dérivée $h_g = \frac{\partial i_s}{\partial e_g}$,

Les paramètres énumérés ci-dessus ont été choisis comme étant les plus importants parmi ceux dont on peut dire qu'ils ne dépendent que de la lampe elle-même, pour un chauffage donné du filament, et non des appareils auxquels la lampe est connectée; ils sont d'ailleurs indépendants de la fréquence. La connaissance de ces paramètres doit donc permettre de prévoir les principales circonstances du fonctionnement d'une lampe faisant partie d'un réseau dont les autres constantes électriques sont connues.

L'auteur se propose de déterminer leurs valeurs pour une température donnée du filament et des valeurs données de la tension-plaque et de la tension-grille (e_a et e_g). Ces valeurs pourraient se

déduire de l'étude d'un réseau de caractéristiques de la lampe ; mais comme le relevé d'un réseau complet est une opération laborieuse, il est très intéressant de pouvoir disposer de méthodes de mesure directes.

Plusieurs de ces mesures, notamment celles des paramètres définis par des dérivées partielles, se rapportent à de petites variations de tensions ou d'intensités relativement grandes ; il y a donc lieu d'adapter à ce nouveau champ d'études les méthodes générales connues du laboratoire qui permettent de ne faire passer dans un galvanomètre que des courants très faibles, tandis que le reste du réseau est parcouru par des courants importants : telles que l'emploi des divers ponts, du galvanomètre différentiel, les méthodes d'opposition. L'auteur ne décrit ici que les méthodes d'opposition qu'il a élaborées lui-même. Il met en garde contre les difficultés que soulève la mise en œuvre de ces méthodes par le courant alternatif et le téléphone, et indique plutôt l'emploi du courant continu et du galvanomètre. De plus ces méthodes étant extrêmement sensibles il y a lieu de s'assurer que les données du problème, notamment le courant de chauffage du filament, restent bien constantes pendant toute la durée d'une expérience.

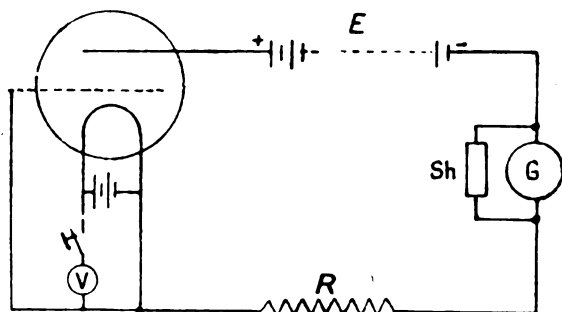


Fig. 1.

II. MESURE DES COORDONNÉES DU POINT MILIEU DE LA PARTIE DROITE DE LA CARACTÉRISTIQUE COMPOSÉE. — *Montage* : (fig 1).

Mesure : a) — Court-circuiter la résistance R . Augmenter progressivement la force électromotrice E jusqu'à ce que le courant I traversant le galvanomètre G cesse de croître. Noter E et I .

b) — Augmenter la résistance R (sans plus toucher à E) jusqu'à ce que le courant de plaque soit redescendu à $1/2 I = i_1$. Lire R .

Résultats : les coordonnées cherchées sont i_1 et $e_1 = E - Ri_1$. Il y a lieu de remarquer que la tension trouvée e_1 est une tension composée, qui peut être obtenue à l'aide de toutes valeurs de la tension-plaque et de la tension-grille satisfaisant à :

$$e_a + g e_g = e_1.$$

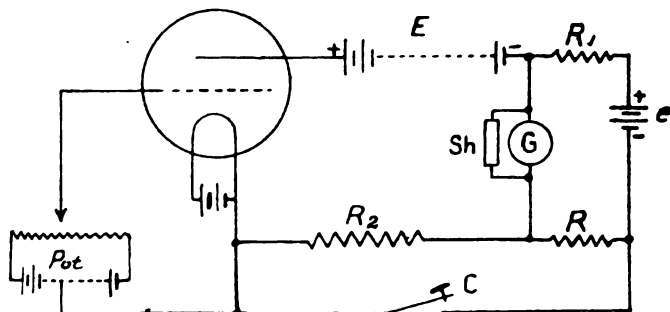


Fig. 2.

III. MESURE DE h_a PAR UNE MÉTHODE D'OPPOSITION. — *Montage* : (fig. 2).

Mesure : a) — Clef C baissée. On règle R_1 de manière à amener le galvanomètre au zéro.

b) — Clef C levée. On règle R de manière à amener le galvanomètre au zéro.

c) — On diminue le shunt et on recommence le réglage de R_1 (clef baissée), puis de R (clef levée). On peut ensuite diminuer de nouveau le shunt et augmenter ainsi plusieurs fois la sensibilité.

Calcul : Le réglage terminé, il ne passe aucun courant dans la branche galvanomètre, que la clef C soit levée ou baissée. Le courant qui passe dans le circuit d'opposition est donc le courant de plaque dans les deux cas. Appelons i_a le courant quand la clef est levée. On a : tension-plaque, clef levée, $E - Ri_a$.

tension-plaque, clef baissée, E .

courant-plaque, clef levée, $\frac{e}{R_1 + R} = i_a$.

courant-plaque, clef baissée, $\frac{e}{R_1}$.

donc : accroissement courant-plaque $= \frac{e R}{R_1 (R_1 + R)} = \frac{R i_a}{R_1}$
 accroissement tension-plaque $= R_1 i_a$.

et $\frac{\partial i_a}{\partial e} = h_a = \frac{R}{R_1 R_2}$.

On trouve h_a , qui a les dimensions d'une conductance, de l'ordre de 5×10^{-5} mho.

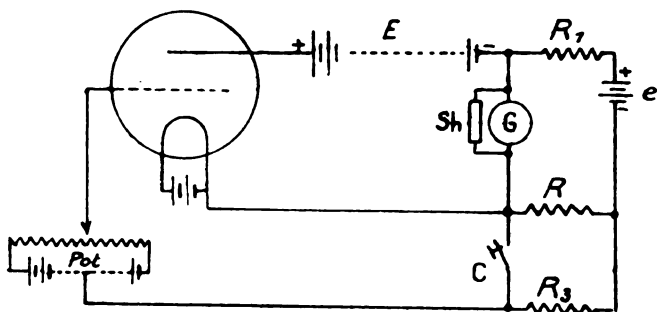


Fig. 3.

IV. MESURE DE h_k PAR UNE MÉTHODE D'OPPOSITION. — *Montage* : (fig. 3).

Mesure : a) — Régler alternativement R_1 (avec clef levée) et R_2 (avec clef baissée) de manière que le galvanomètre reste au zéro dans les deux cas.

b) — Diminuer le shunt et recommencer le réglage alternatif de R_1 et R_2 .

Calcul : a) — Clef baissée : le courant dans le circuit d'opposition (et par conséquent le courant de plaque) est déterminé par la force électromotrice e et les résistances suivantes : R , en série avec (R_1 et R_2 en parallèle) ; donc :

$$i_a = \frac{e (R_1 + R)}{R_1 R_2 + R_1 R + R_2 R}$$

b) — Clef levée : on a toujours la force électromotrice e , mais cette fois les résistances R et R_1 en série ; donc :

$$i_a = \frac{e}{R_1 + R}$$

c) — Clef baissée, la tension-grille est celle, V , du potentiomètre.

d) — Clef levée, elle a cette même valeur V diminuée de la chute de tension dans R , soit $\frac{Re}{R_1 + R}$

D'ailleurs la tension plaque est la même, E , que la clef soit levée ou baissée, c'est une conséquence du réglage.

donc : accroissement courant-plaque = $\frac{R^2 e}{(R_1 + R)(R_1 R_2 + R_1 R + R_2 R)}$

accroissement tension-grille = $\frac{Re}{R_1 + R}$

et $\frac{\partial i_a}{\partial e_g} = h_g = \frac{R}{R_1 R_2 + R_1 R + R_2 R}$

On trouve h_g de l'ordre de 5×10^{-4} mho.

V. MESURE DE g PAR UNE MÉTHODE D'OPPOSITION. — Dans les parties régulières des caractéristiques, le facteur de tension g est égal au rapport de h_g à h_a , et par conséquent n'a pas à être déterminé séparément si h_g et h_a ont déjà été mesurés. La méthode suivante permet de mesurer g directement dans tous les cas.

Montage : (fig 4). Il est semblable aux précédents, mais comporte de plus l'emploi d'un commutateur à deux directions 1 — 2.

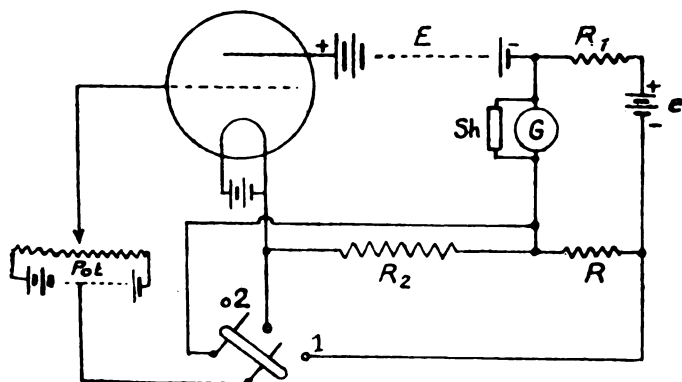


Fig. 4.

Mesure : Commutateur dans la position 1 ; on règle R_1 de manière à amener le galvanomètre au zéro.

Commutateur dans la position 2 ; on règle R_2 de manière à amener le galvanomètre au zéro.

Calcul : Quand le commutateur est sur 2, la tension-plaque est $E - R_1 i_1$, et la tension-grille est celle V donnée par le potentiomètre.

Quand le commutateur est sur 1, la tension-plaque est E et la tension-grille est $V - R_1 i_1$.

Or, en vertu du réglage, le courant-plaque est le même que le commutateur soit sur 1 ou sur 2.

Donc la chute de tension-grille $R_1 i_1$ compense l'élévation de tension-plaque $R_2 i_1$ et par suite :

$$g \times R_1 i_1 = R_2 i_1, \quad \text{ou} \quad g_1 = \frac{R_2}{R_1}.$$

g est de l'ordre de 10 dans beaucoup de lampes.

REMARQUES. — La méthode ci-dessus comporte une cause d'erreur lorsque le courant-grille est important, parce qu'alors la batterie e intervient dans le fonctionnement de la lampe. Toutefois cette circonstance se présente rarement.

On peut enfin réunir en un seul appareil les montages des figures 2, 3 et 4, en employant un commutateur à mercure à six godets.

Diagrammes vectoriels de quelques circuits oscillants comprenant des tubes à vide, par W. H. ECCLES (*Proceedings of the Physical Society of London*, avril 1919). — La méthode ordinaire de représentation des forces électromotrices alternatives par des vecteurs tournants est appliquée ici au cas d'une lampe à trois électrodes montée en générateur d'oscillations.

Le premier montage étudié est le suivant :

Supposons une oscillation lancée dans le circuit oscillant L C, une force électromotrice est induite en L' et appliquée à G. Soit e_g sa valeur. D'après les propriétés de la lampe, elle est transférée au circuit de plaque où elle a la valeur $g e_g$; g est le « facteur de tension » de la lampe. Si l'induction mutuelle M est du signe voulu et suffisamment grande, et si d'autres conditions encore, qui sont à discuter, sont satisfaites, l'oscillation dans L C sera entretenue, l'énergie dépensée dans les résistances R et S étant fournie par la batterie E.

Soit I_t le courant total à travers la lampe de la plaque au filament ;
 V_a , V_g , les potentiels de la plaque (anode) et de la grille par rapport

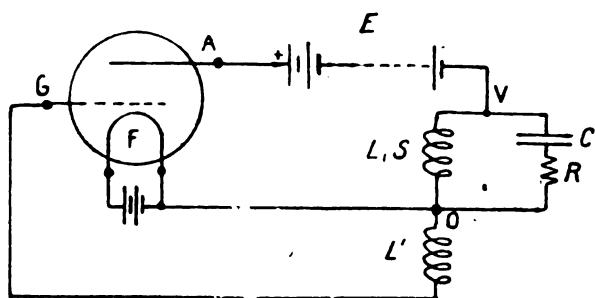


Fig. 1.

au filament ; i , e_a , e_g , les parties variables de I , V_a , V_g . — M. Langmuir a indiqué la relation empirique suivante entre I_t , V_a , V_g :

$$I_t = A (V_a + g V_g)^{3/2}$$

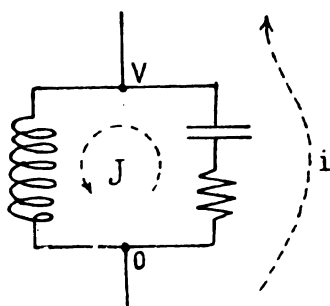


Fig. 2.

MM. Latour et Vallauri ont introduit des équations approximatives pour discuter de petites variations de courant et de tension ; on peut les écrire sous la forme :

$$i = h_a e_a + h_g e_g$$

où h_a , h_g sont des constantes de la lampe ayant des valeurs assez bien définies pour une température donnée du filament ; ces constantes ont les dimensions d'une conductance et il existe entre elles la relation

$$h_g = g h_a$$

De sorte qu'on peut encore écrire

$$i = h_a (e_a + g e_g).$$

Admettons, pour faire le diagramme vectoriel, que les parties variables du courant sont des sinusoïdes pures et décomposons le courant dans le circuit oscillant en i et j (fig. 2); i étant le courant total, la branche de droite sera parcourue par le courant $(i+j)$, la branche de gauche par le courant $(-j)$.

Nous obtenons le diagramme suivant (fig. 3).

On trace (branche de droite)

$$\overline{OU} = RI, \quad \overline{UD} = \frac{I}{C\omega}, \quad \overline{DQ} = \frac{J}{C\omega}, \quad \overline{QV} = RJ$$

et (branche de gauche)

$$\overline{VV'} = SJ, \quad \overline{V'O} = L\omega J$$

Ce dernier vecteur doit se terminer en O, puisqu'il n'y a pas de force électromotrice dans le circuit oscillant.

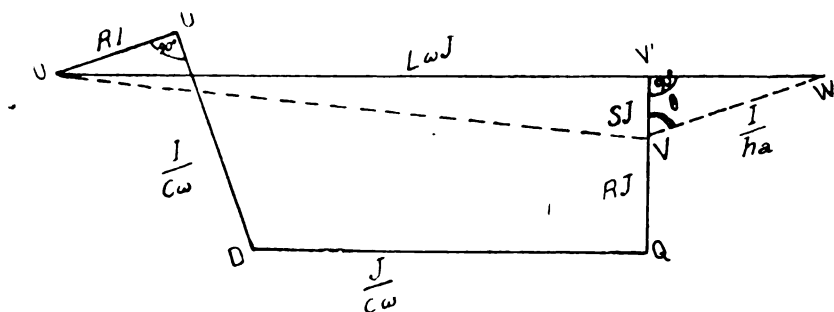


Fig. 3.

Les points O et V du diagramme vectoriel (fig. 3) correspondent aux points O et V du schéma (fig. 1 et 2) et $\overline{OV}$ représente, en grandeur et en phase, la tension alternative entre O et V.

De plus, lorsque le courant alternatif i traverse la lampe, la tension entre plaque et filament doit être (comme on l'a vu dans le premier article analysé), I/h_a , en grandeur, et en phase avec RI .

Portons ce nouveau vecteur en $\overline{VW}$, et ajoutons-le géométriquement à $\overline{OV}$. La résultante est $\overline{OW}$, laquelle doit être en phase avec $\overline{OV}$, pour la raison que nous allons voir.

Il est clair que pour maintenir constants les courants périodiques représentés par le diagramme, la lampe doit fournir une force électromotrice alternative représentée par $\overline{OW}$. Nous avons vu que par suite du fonctionnement de la lampe, la force électromotrice appliquée à la grille est g fois plus petite, soit $1/g \overline{OW}$. Mais cette dernière force électromotrice, fournie par la bobine L' grâce à son couplage inductif avec la bobine L , est, en première approximation, égale en grandeur à $M \omega J$, et en opposition avec la chute de tension $\overline{VO} = L \omega J$, si le coefficient d'induction mutuelle M des deux bobines a le signe convenable.

Donc, en résumé, la force électromotrice $\overline{OW}$ appliquée au circuit-plaque est égale à

$$g \times M \omega J = \frac{gM}{L} \times L \omega J,$$

d'où $\overline{OW} = \frac{gM}{L} \overline{OV}$, en grandeur et en phase.

Cette condition et celle déjà signalée que $\overline{VW}$ doit être parallèle à $\overline{OU}$, sont à elles deux nécessaires et suffisantes pour l'entretien des oscillations.

Les formules relatives à ce mode de production d'oscillations peuvent se déduire du diagramme. Il suffit de considérer comme données les constantes R, S, L, C , du circuit oscillant; la mutuelle M des bobines L et L' , et le paramètre h_a de la lampe (conductance). Tout le diagramme peut alors être construit, en prenant une unité de longueur égale à 1 volts. On trouve en faisant les calculs :

$$\left\{ \begin{array}{l} gM = L + C \left(RS + \frac{R+S}{h_a} \right) \\ \frac{1}{\omega^2} = \frac{LC - RC^2(R+S+h_aRS)}{1+h_aS} \\ \operatorname{tg} \theta = \frac{(gM - L)\omega}{S} \\ \frac{J}{I} = \frac{1}{h_a \sqrt{(gM - L)^2 \omega^2 + S^2}} \end{array} \right.$$

Si gM ne peut atteindre la valeur indiquée par la première équation, les oscillations s'éteindront (1).

L'auteur étudie encore le cas où le couplage du circuit-grille et du circuit oscillant est obtenu par condensateurs, ainsi que la simplification qui se présente dans les diagrammes vectoriels lorsque, dans ce dernier montage ou dans celui de la fig. 1, la résistance S de la bobine L peut être négligée, ce qui est le cas d'une antenne excitée directement par une lampe. Il donne des exemples numériques. On doit observer à ce propos que le diagramme (fig. 3) doit être considéré comme une figure de démonstration, et que les proportions du diagramme construit à l'échelle seraient bien différentes. On trouve, par exemple, dans un cas concret, que le rapport des longueurs $O U$ à $D Q$ serait de 1 à 500.000.

Le Kallitron, par L. B. TURNER (*Radio Review*, avril 1920).

— I. *Introduction*. — Il est de pratique courante, en radiotélégraphie, d'accroître l'action amplificatrice d'une lampe à trois électrodes en couplant inductivement ou par des capacités les circuits oscillants connectés à la grille et à la plaque. Il est bien connu que l'effet le plus important d'un tel couplage est la réduction de la résistance ohmique des circuits; et on peut exprimer ceci commodément, bien que d'une manière abstraite, en disant qu'on a introduit une résistance négative dans le circuit. Étant donné que les circuits contiennent des inductances ou des capacités, leur impédance ne peut être indéfiniment réduite en même temps que leur fréquence exception faite pour les courants alternatifs entretenus de la fréquence pour laquelle ils sont accordés.

Dans une lampe à trois électrodes d'invention récente, le Dyna-

(1) Cette condition d'entretien est, comme cela doit être, identique à celle

$$RC + k_2 L + k_1 M = 0$$

dont l'obtention fait l'objet de l'article « Génération d'oscillations électriques dans un tube à vide à trois électrodes », analysé dans les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1919, p. 303. La correspondance des symboles est la suivante : présent article : R, S, L, C, M, h, h_g ; article de juin 1919 : zéro, R, L, C, M, k_2, k_1 .

tron (1), le même effet de résistance négative est obtenu d'une manière toute différente, le phénomène utilisé étant l'émission de corpuscules secondaires par une plaque soumise à un bombardement suffisamment violent de corpuscules primaires. Le Dynatron, pouvant être monté sur des circuits contenant seulement des résistances aussi bien que sur des circuits oscillants, permet de réduire indéfiniment l'impédance d'un circuit pour des courants de n'importe quelle fréquence y compris même des courants continus.

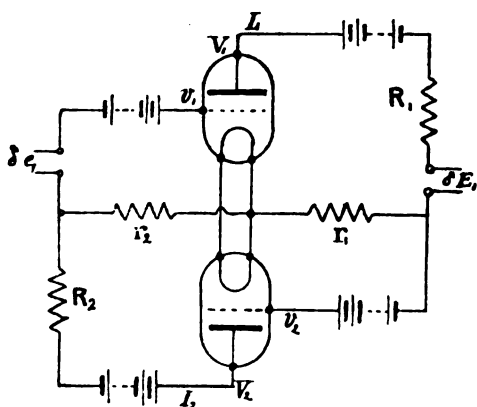


Fig. 1.

II. *Théorie du Kallirotron.* — Considérons le montage représenté fig. 1. Deux lampes à trois électrodes du type ordinaire, leurs filaments mis bout à bout et chauffés par une batterie non représentée, sont connectées par des batteries de piles et des résistances de la manière indiquée, et en deux endroits de petites forces électromotrices δe , et δE , peuvent être introduites.

Soit :

$$\delta I = a \delta V + g. \delta v \quad (1)$$

la relation bien connue entre de petites variations du courant de plaque I et des potentiels de plaque et de grille V et v; a et s ont les dimensions d'une conductance et sont les coefficients angulaires des branches rectilignes des courbes caractéristiques de la fig. 2.

(1) Voir : « Le Dynatron et le Pliodynatron ». *Annales des P.T.T.*, juin 1918.

Si l'on admet que les variations du courant de grille sont négligeables devant celles du courant de plaque, on a, d'après la fig. 1, les quatre relations qui suivent, dans lesquelles les indices inférieurs 1 et 2 se rapportent respectivement à l'une et à l'autre lampe :

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta I_1 = a_1 [\delta E_1 - (r_1 + R_1) \delta I_1] + g_1 \cdot \delta v_1, \\ \delta v_1 = -r_1 \cdot \delta I_1, \\ \delta I_2 = -a_2 (r_2 + R_2) \delta I_2 + g_2 \cdot \delta v_2, \\ \delta v_2 = \delta e_1 - r_2 \delta I_2, \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (2) \\ (3) \\ (4) \\ (5) \end{array}$$

De ce système linéaire de quatre équations aux quatre inconnues δI_1 , δI_2 , δv_1 , δv_2 , nous pouvons, si nous voulons, tirer l'expression de δI_1 en fonction des variables δE_1 et de δe_1 , et des constantes du circuit :

$$\delta I_1 \times \frac{1 + a_1(r_1 + R_1) [1 + a_2(r_2 + R_2)] - g_1 g_2 r_1 r_2}{1 + a_1(r_1 + R_1)} = a_1 \delta E_1 + g_1 \delta e_1 \quad (6)$$

Si nous faisons $\delta e_1 = 0$, il vient :

$$\frac{\delta E_1}{\delta I_1} = \frac{[1 + a_1(r_1 + R_1)] [1 + a_2(r_2 + R_2)] - g_1 g_2 r_1 r_2}{a_1 [1 + a_2(r_2 + R_2)]} \quad (7)$$

Cette expression peut être appelée la « résistance instantanée » du circuit pour de petites variations du courant I_1 . Si nous mettons en évidence les quantités :

$$\rho_1 = \frac{1}{a_1} + r_1 + R_1, \quad \rho_2 = \frac{1}{a_2} + r_2 + R_2,$$

qui sont la résistance ohmique des circuits de plaque. (Cf. les articles de M. Eccles, analysés ci-dessus), l'expression de ρ_{ie} prend la forme simple :

$$\rho_{ie} = \frac{\delta E_1}{\delta I_1} = \rho_1 - \frac{g_1}{a_1} \cdot \frac{g_2}{a_2} \cdot \frac{r_1 r_2}{\rho_2} \quad (8)$$

On voit donc que l'action réciproque des deux lampes a pour effet

(1) « Correspondance des notations : Génération d'oscillations électriques dans un tube à vide à trois électrodes ». *Annales des P. T. T.*, juin 1919 (I, V, v , k_2 , k_1) ; présent article (I, V ; v , a , g). Notations de Eccles dans l'article précédent : i_1 , e_1 , e_2 , h_1 , h_2 .

d'introduire dans le circuit I_1 une résistance négative de valeur absolue $\frac{g_1}{a_1}, \frac{g_2}{a_2}, \frac{r_1 r_2}{\rho_2}$. Cette résistance négative peut, dans des conditions convenables, être rendue aussi voisine qu'on le veut de ρ_1 en valeur absolue, réduisant ainsi la résistance totale à une valeur arbitrairement petite.

Si nous voulons employer le dispositif comme amplificateur de force électro-motrice, faisons $\delta E_1 = 0$ et cherchons le rapport d'amplification $m = \frac{\delta V_1 - \delta V_2}{\delta e_1}$, δe_1 étant la petite force électromotrice appliquée et $\delta V_1 - \delta V_2$ la variation correspondante de la différence de potentiel entre la plaque (fig. 3). On a :

$$m = \frac{\delta V_1 - \delta V_2}{\delta e_1} = \frac{(r_1 + R_1) \delta I_1 - (r_2 + R_2) \delta I_2}{\delta e_1} \quad (9)$$

d'où en tirant δI_1 et δI_2 du système d'équation (2, 3, 4, 5),

$$m = \frac{\frac{g_1}{a_1} (r_1 + R_1) \rho_2 + \frac{g_1}{a_1} \cdot \frac{g_2}{a_2} r_1 (r_2 + R_2)}{\rho_1 \rho_2 - \frac{g_1}{a_1} \cdot \frac{g_2}{a_2} \cdot r_1 r_2} \quad (10)$$

Si nous nous plaçons dans le cas simple et usuel où a_1, a_2, g_1, g_2 , sont pratiquement des constantes, il est clair que nous pouvons disposer de r_1 et de r_2 de manière à rendre le dénominateur aussi petit que nous voulons, et par suite l'amplification aussi grande que nous voulons. Si le dénominateur devenait négatif, le système passerait irréversiblement à un état d'équilibre tout à fait différent comportant d'autres valeurs de a et de g . La limite supérieure pratique est imposée à m par la non-constance des résistances, des batteries et des lampes particulièrement de ces dernières, ainsi que par la nécessité d'éviter l'instabilité qui pourrait résulter des petites variations des paramètres a et g , provoquées par le signal même que l'on veut amplifier. Dans les cas où ce signal e_1 est susceptible de changer de signe, on doit, si l'on veut atteindre une forte amplification, se garder de l'instabilité avec un soin particulier. Si l'on n'arrive pas à éviter l'instabilité, le dispositif se comporte comme le « relais à détente » d'Eccles et Jordan, décrit au n° 3 de la « Radio

Review », relais dont les connexions essentielles sont celles de la fig. 1, où l'on aurait supprimé R_1 , R_2 et E .

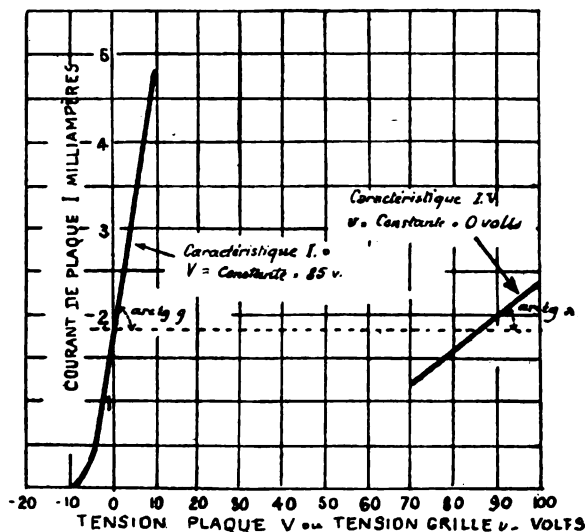


Fig. 2.

III. Des moyens d'obtenir la stabilité. — Si l'on veut obtenir un amplificateur à la fois sensible et stable, il faut faire en sorte que le dénominateur de (10) soit très petit et cependant ne s'annule pas sous l'action du signal à amplifier e_1 . L'effet de ce signal est de modifier, ne serait-ce que très légèrement, les valeurs des a et des g . Mais on observe que le rapport a/g varie beaucoup moins rapidement que ses deux termes pris séparément.

On peut donc se borner à assurer la constance de l'expression $\rho_1 \rho_2$ ou $\left(\frac{1}{a_1} + r_1 + R_1\right) \left(\frac{1}{a_2} + r_2 + R_2\right)$. Ceci peut se faire de deux manières :

Soit en rendant chaque résistance extérieure ($r+R$) très grande par rapport à la résistance intérieure $1/a$ de la lampe correspondante ; cette méthode a l'inconvénient d'exiger des batteries de plaque très importantes ; soit en rendant les circuits 1 et 2 parfaitement symétriques, de sorte que les variations de a_1 et de a_2 aient lieu en sens inverse et produisent une compensation approchée. Si

de plus, on a soin de travailler sur les parties presque droites des caractéristiques, c'est-à-dire de garder les a et g à peu près constants, on peut ainsi obtenir une amplification sensiblement constante dans des limites étendues de variation du signal e .

On peut encore obtenir la stabilité sans se soumettre aux conditions ci-dessus de symétrie ou d'utilisation exclusive des parties droites des caractéristiques simplement en travaillant toujours avec le potentiel de grille qui donne l'amplification maxima pour des valeurs données des résistances r et R , et en augmentant ou diminuant cette amplification par des réglages appropriés des résistances. Ce procédé de réglage, très aisé à employer, empêche absolument un signal quelque fort qu'il soit de produire l'« effet de détente » (ou de déclic); c'est-à-dire qu'on obtient ainsi que les conditions immédiatement après le passage d'un signal soient exactement les mêmes qu'à son arrivée. L'amplification décroît alors nécessairement lorsque la force du signal augmente; on peut s'arranger pour que cette décroissance soit lente (en se plaçant dans les conditions de symétrie et de caractéristiques rectilignes décrites ci-dessus), soit rapide (ce qui peut avoir des applications en haute fréquence en permettant de réaliser un dispositif anti-parasites).

IV. *Circuits symétriques.* — Le cas symétrique est important dans la pratique et particulièrement facile à traiter théoriquement. Si l'on pose

$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 = a_2 = a, \quad g_1 = g_2 = g, \quad R_1 = R_2 = R, \\ \varphi = 1/a + r + R, \end{array} \right.$$

les expressions (8) et (10) deviennent

$$\varphi_2 = \varphi - \left(\frac{g}{a}\right)^2 \cdot \frac{r^2}{\varphi} \quad (12)$$

$$m = \frac{g}{a} \cdot \frac{r + R}{\varphi - \frac{g}{a} r} \quad (13)$$

lorsque m est grand, son dénominateur est voisin de zéro et $\frac{g}{a} \cdot \frac{r}{\varphi}$ voisin de 1; on a donc :

$$\begin{aligned} \varphi_2 &= \frac{1}{\varphi} \left(\varphi + \frac{g}{a} r \right) \left(\varphi - \frac{g}{a} r \right) \\ &= \text{approx}^t 2 \left(\varphi - \frac{g}{a} r \right) \end{aligned}$$

d'où
$$m = \text{approx}^t 2 \frac{g}{a} \cdot \frac{r + R}{r_s} \quad (14)$$

Si par exemple on parvient à réduire la résistance instantanée r_s du circuit de plaque à n'être que $1/100$ de la résistance $r + R$ des conducteurs qu'il comprend, on aura une amplification de $200 \frac{g}{a}$, soit pour le type de lampe ayant les caractéristiques de fig. 2, environ 1600.

V. *Résultats expérimentaux obtenus avec le Kallirotron amplificateur.* — Jusqu'ici les seuls kallirotrons qui aient été construits l'ont été en vue de l'amplification des signaux à basse fréquence. C'est évidemment le cas qui se prête le mieux à l'expérience étant donné que les petites capacités parasites sont alors sans importance, et l'on peut employer comme résistances des bobines de fil ordinaire enroulé en double comme en télégraphie ordinaire. On a obtenu d'une manière stable des amplificateurs allant jusqu'à 2000. Les valeurs numériques des grandeurs électriques en jeu vérifient bien les relations théoriques décrites plus haut, notamment l'instabilité apparaît lorsque $\varphi : \left(\frac{g}{a} r \right)$ est égal à 1,03 ou 04.

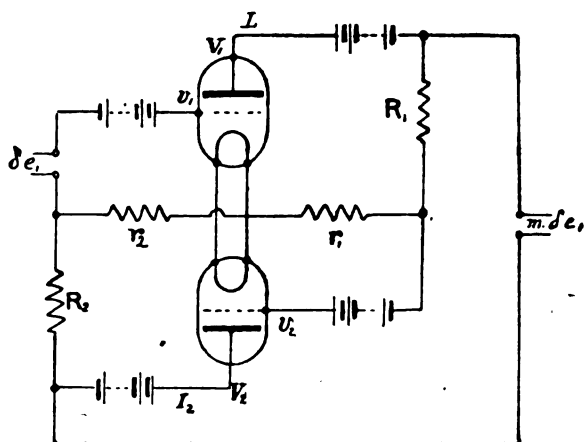


Fig. 3.

Une des expériences faites pourra intéresser ceux qui ont quelque peine à admettre que le concept de résistance négative soit autre

chose qu'une pure fiction mathématique. On remplaça les résistances R_1 , R_2 , par les deux bobines magnétisantes d'un relais du modèle du Post Office, rebobinées avec du fil de cuivre plus fin. La constante de temps du relais alimenté directement par une pile était très petite, sans doute une fraction de centième de seconde. Une fois inséré dans le circuit de plaque du kallirotron, le relais devint de plus en plus paresseux à mesure que l'on augmentait l'amplification, et avec de grandes amplifications il n'arrivait pas à suivre la plus lente manipulation manuelle. Or la constante de temps du circuit a pour expression :

$$\frac{L}{\rho_s} = \frac{L}{\rho - \left(\frac{g}{a}\right)^2 \cdot \frac{r^2}{\sigma}}$$

L'inductance L du relais demeurant constante, la constante de temps $\frac{L}{\rho_s}$ devenait de plus en plus grande en même temps que la valeur absolue de la « résistance négative » — $\left(\frac{g}{a}\right)^2 \frac{r^2}{\rho}$ introduite dans le circuit. Le relais, à tout le moins était donc capable de mettre en évidence l'existence réelle de cette « résistance négative ».

VI. *Applications diverses du Kallirotron.* — Avec le modèle de kallirotron construit à l'établissement d'expériences de la Télégraphie militaire à Woolwich il a été possible d'actionner un relais du type B du Post Office (rebobiné avec du fil fin) à l'aide d'un signal de moins de ± 1 millivolt ; beaucoup moindre par conséquent que le signal le plus faible qu'utilise la télégraphie sous-marine ; et bien entendu l'appareil reproduit fidèlement un courant quasi-permanent (par exemple « signal d'espacement prolongé »), ce qu'aucun circuit contenant un transformateur ou un condensateur ne peut faire.

Le kallirotron présente un intérêt considérable comme amplificateur de grande sensibilité pour les courants de conversation. En effet, en téléphonie on doit chercher à obtenir une amplification sensiblement constante dans un très large intervalle de fréquences (de 200 à 4000 périodes par seconde environ) et on ne doit pas employer de circuit oscillant de fréquences propres audibles et de faible décrément. Chacune de ces conditions proscriit à elle seule

l'emploi de l'amplificateur à induction comportant une période propre. Dans le kallirotron, l'amplification est indépendante de la fréquence et il n'y a pas de circuits oscillants. La sensibilité de l'appareil est telle qu'un opérateur A parlant avec un ton de voix ordinaire à cinq mètres d'un casque téléphonique posé sur une table et relié au kallirotron monté dans une autre pièce, B entend une voix très forte dans des écouteurs connectés aux bornes de sortie.

L'auteur indique enfin qu'un kallirotron dont les résistances seraient constituées d'une manière convenable pour la haute fréquence pourrait être employé comme dispositif anti-parasites et comme générateur d'oscillations pour la radiotélégraphie ou téléphonie. Ces applications n'ont pas encore été pratiquement réalisées.

Le service téléphonique à conversations taxées (*Telephone Engineer*, n° 4, octobre 1920.) — *Nouveau système de compteurs de conversation.* — Depuis plusieurs années les ingénieurs des téléphones sont tous d'avis que l'abonnement à conversation axées est le seul procédé qui convienne à la fois au public et aux compagnies pour « vendre » réellement le service téléphonique comme un service quelconque d'utilité publique.

On imagina d'abord le « compteur pour central » qui fut installé dans quelques-uns des centraux les plus importants, mais on fit à ce système des objections dans le goût de celles qu'on élèverait si l'on installait les compteurs à gaz dans l'usine même. Les choses s'aggravaient quand les abonnés, prenant note eux-mêmes de leurs communications, étaient en désaccord avec le compteur du bureau central.

On a essayé aussi d'autres compteurs, montés chez l'abonné, avec lesquels l'opératrice priait l'abonné de presser sur le bouton lorsque la communication était terminée ; cette manœuvre actionnait une sonnerie qui renseignait la téléphoniste. Ce système a soulevé de nombreuses objections.

Un nouvel appareil, appelé par ses inventeurs le « télomètre », a été introduit sur la place.

Il importe, avant tout, de donner satisfaction aux abonnés et la

La seule façon de les satisfaire consiste à placer un compteur sur leur installation, de manière à ce qu'ils puissent contrôler exactement toutes les communications qu'ils ont échangées.

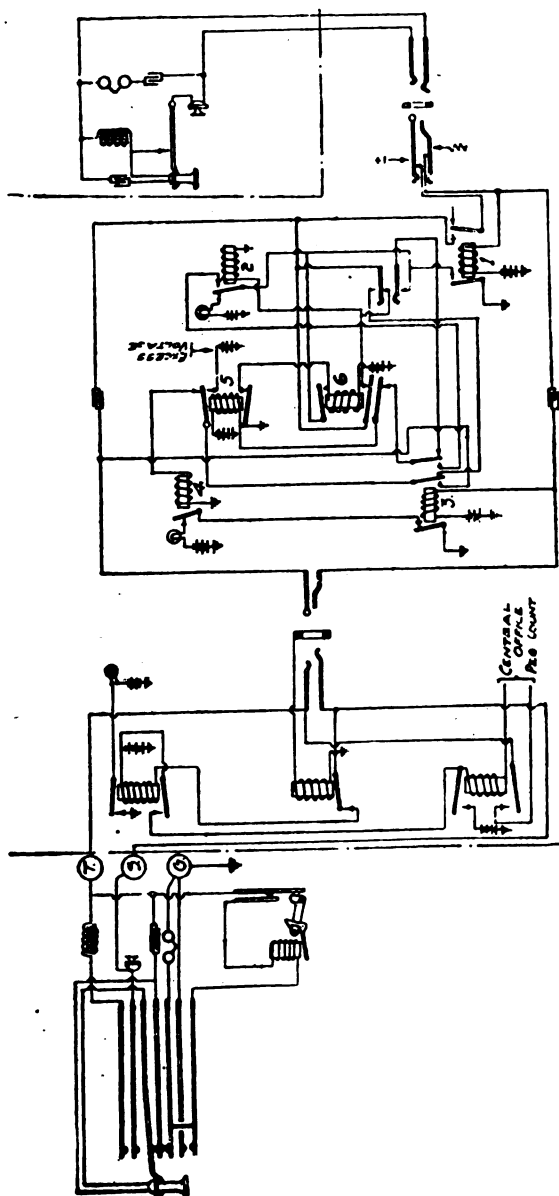


Schéma.

Les méthodes actuellement employées pour « vendre » le service téléphonique et enregistrer les communications sont rudimentaires ; bientôt, elles nous sembleront aussi surannées que les appels par magnéto le paraissent aujourd'hui. Le service à conversations taxées est l'aurore d'une ère nouvelle et, d'après ses inventeurs, le « télomètre » est l'appareil qui la rend possible et pratique.

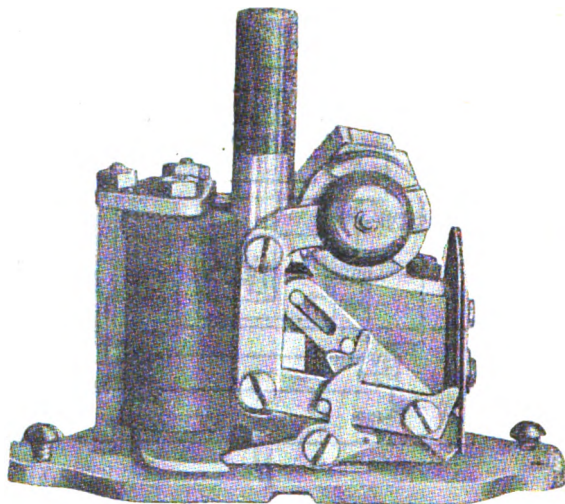


Fig. 1.

Sa construction. — Le « télomètre » est peu encombrant et très robuste ; pratiquement, aucun de ses organes n'est déréglable.

Le « télomètre » est petit ; on peut le fixer sur l'appareil téléphonique ou à côté de lui, de sorte qu'en tout temps l'abonné puisse contrôler de visu ses communications.

Fonctionnement. — En vue d'éviter toute discussion c'est l'abonné qui commande le mécanisme enregistreur. Il doit enregistrer partiellement l'appel avant de pouvoir obtenir le central, mais il ne peut plus empêcher l'enregistrement de la conversation lorsque la communication est établie ; cet enregistrement s'effectue automatiquement au moment où l'abonné appelé répond ; l'opératrice n'a pas à intervenir ; son travail ne s'en trouve donc pas compliqué.

Transmission d'un appel. — L'abonné qui désire appeler le

central appuie sur le bouton et le relâche aussitôt pour qu'il revienne à sa position normale. Cette manœuvre fait avancer d'un cran le disque enregistreur (il a été nettement démontré qu'il est préférable, au point de vue technique, de faire tourner le disque à la main plutôt qu'électriquement). Grâce à une combinaison de leviers et de loquets, le compteur est alors en mesure de fonctionner (voir

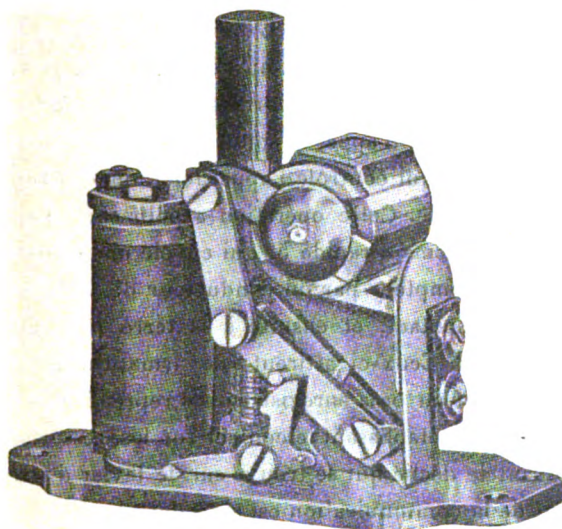


Fig. 2.

fig. 1); on ne peut plus mouvoir les disques enregistreurs jusqu'à ce que la communication soit complètement établie.

Quand on abaisse le bouton, deux leviers sont chassés en avant et le levier du compteur est immobilisé lorsqu'il a atteint le point extrême de sa course, de sorte qu'il ne peut reprendre sa position de repos, comme le fait le levier d'arrêt lorsque le bouton se relève.

Mise de l'appareil d'abonné en circuit. — A l'extrémité des deux leviers se trouve une came qui retient les ressorts de contact et qui est disposée de telle sorte que si les deux leviers sont à leur position de repos normale (voir fig. 2) les ressorts ne sont pas en contact; de même, lorsque les deux leviers sont dans la position la plus basse, les ressorts ne sont pas en contact, mais, lorsque le levier

du compteur est accroché et lorsque le levier d'arrêt, après qu'il a repris sa position normale est lui aussi immobilisé, les ressorts sont en contact, et le compteur se trouve en position de fonctionner comme on le voit sur la fig. 1. Lorsqu'on décrochera le récepteur l'appel du central se produira. D'après le schéma ci-dessus, on verra facilement que le circuit d'appel reste ouvert jusqu'à ce que les contacts des ressorts dans le compteur soient fermés.

Enregistrement de l'appel. — L'opératrice répond à l'appel dans la forme ordinaire, en enfonçant une fiche dans le jack relié à la lampe de la ligne; puis, après s'être assurée du numéro demandé, elle enfoncera la fiche d'appel et sonnera. Lorsque l'abonné appelé répond, le relais 2 qui contrôle l'appel fonctionne et fait s'éteindre la lampe de contrôle. Cette opération a pour effet d'actionner un relais à fonctionnement rapide 5, qui envoie une émission de surtension dans le compteur par un conducteur de la ligne, à travers des ressorts de contact, et ensuite à la terre par l'intermédiaire d'électro-aimants. Ceux-ci attirent une armature qui accroche le loquet et permet au bras enregistreur de reprendre sa position de repos normale, en établissant le contact sur les ressorts de contact et en libérant le déclic qui se trouve sur le levier d'arrêt. L'enregistrement de la communication est alors terminé.

Fonctionnement du relais. — Le jeu du relais 5 à fonctionnement rapide ferme les ressorts de contact, ce qui permet au courant de la pile de parcourir l'enroulement du relais 6, à fonctionnement lent, de préférence, pour que la surtension puisse s'écouler pendant un laps de temps appréciable.

Mais, l'excitation du relais 6 ouvre un contact et désaimante le relais 5 (ce qui met un terme au passage de la surtension) et de plus ferme un autre contact qui immobilise ce relais, empêchant ainsi l'émission ultérieure de la surtension. Par suite, il ne peut s'effectuer qu'un seul enregistrement pour un appel quelconque, même si, par mégarde, l'abonné appuie sur le bouton.

Non-réponses. — Si l'abonné demandé ne répond pas, l'émission de surtension n'a pas lieu et le compteur reste en position d'attente, prêt à appeler le central lors de l'appel suivant; cependant le bouton est immobilisé et le mécanisme enregistreur ne peut être actionné

avant qu'une communication originaire du posté même, ait été établie complètement; par conséquent, le nombre total des appels enregistrés est fixé d'après le nombre des communications qui ont eu lieu réellement.

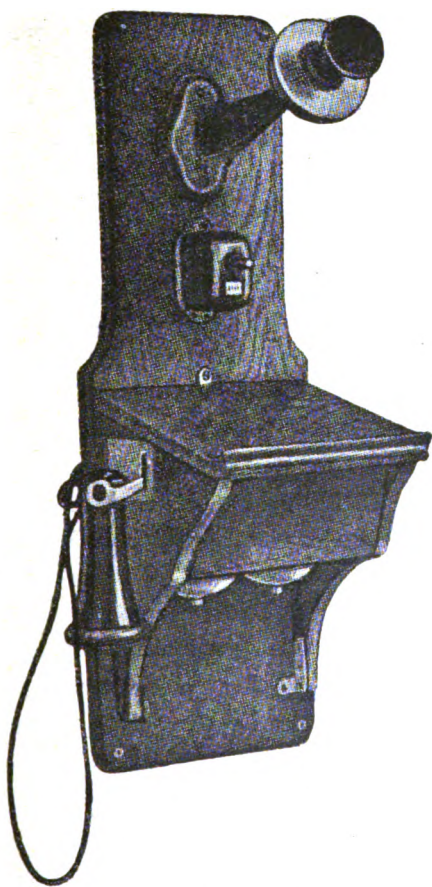


Fig. 3. — Télomètre fixé à un appareil mural.

Réponses à des faux numéros. — Dans le cas d'un faux appel, lorsque l'abonné appelé à tort répond, l'appel est enregistré, mais une fois que le demandeur a reconnu l'erreur, il peut appeler à nouveau le central sans manœuvrer le bouton, mais en actionnant

son crochet-commutateur, ce qui fait fonctionner la lampe de supervision.

Les communications télégraphiques transatlantiques pendant la guerre mondiale

(Extrait du rapport adressé au secrétaire d'Etat au département de la Guerre par le « Chief signal officer » américain. *Telegraph and Telephone age*, novembre 1920.)

— Le maintien d'une liaison électrique ininterrompue entre le département de la Guerre à Washington et le corps expéditionnaire américain susceptible d'atteindre un total de plusieurs millions d'hommes et opérant à plus de 4.800 km. du territoire américain le plus rapproché, constituait une série de problèmes uniques dans l'histoire de la guerre. Ces communications étaient menacées par l'activité belliqueuse de l'ennemi, non seulement sur terre, mais encore sur l'eau et sous l'eau.

Avant de se rendre sur le théâtre des opérations en Europe, le colonel Edgar Russel (nommé depuis général de brigade) se livra à une enquête sur la confiance qu'on pouvait accorder aux liaisons par câble entre les Etats-Unis et l'Europe. — A l'issue d'une conférence qu'il réunit à New-York avant de s'embarquer pour la France, on arriva à la conclusion qu'il n'était pas impossible pour l'ennemi d'interrompre complètement les communications par câble, et Edgar Russel écrivait ce qui suit le 23 août 1917 au Commandant en chef du corps expéditionnaire américain :

« On ne dit rien de la situation très grave dans laquelle nous pourrions nous trouver si l'ennemi coupait les câbles ; de l'avis des personnes compétentes, cette opération peut s'effectuer sans difficultés. On voit clairement par suite, l'importance considérable qu'il y aurait à prévoir immédiatement un service radiotélégraphique transatlantique à la fois très développé et sûr. » Le Chief signal officer de l'Armée confia aussitôt au colonel J.-J. Carty du « Signal Corps » le soin d'établir les plans nécessaires et de prendre toutes mesures utiles pour assurer, quoi qu'il advint, la continuité des communications télégraphiques avec le corps expéditionnaire opérant en Europe ; il l'informait d'avoir à s'adresser à lui pour obtenir l'argent, le personnel et le matériel dont il pourrait avoir besoin. A la

suite d'une rapide enquête personnelle, le colonel Carty fit connaître qu'on obtiendrait des résultats immédiats en se servant des stations radiotélégraphiques de grande puissance situées sur la côte de l'Atlantique et exploitées par la Marine, pour correspondre avec les stations principales de Grande-Bretagne, d'Irlande, de France et d'Italie, et en employant également, au besoin, n'importe quelle station de grande puissance installée au Canada et jugée convenable. Des mesures furent prises en conséquence pour s'assurer la collaboration des autorités maritimes.

Le 4 octobre 1917, une conférence eut lieu à New London (Connecticut) à bord du « Chicago », de la marine américaine, pour examiner le procès-verbal, en date du 22 août, de la Commission radiotélégraphique interalliée transmis par le colonel Russel, qui avait appelé l'attention de la Commission sur la nécessité de protéger les communications transatlantiques contre une attaque possible de l'ennemi. Un compte rendu des mesures préconisées par la conférence fut transmis au colonel Russel, qui représentait l'armée américaine à la Commission interalliée siégeant en France. Les deux points principaux du compte rendu sont reproduits ci-après :

1^o Que la Commission interalliée prenne note que la communication pourrait être interrompue si les puissantes stations allemandes provoquaient des troubles par interférence. On émet le vœu que la commission considère de très près la question consistant à empêcher tout brouillage ou à y remédier dans le cas où l'ennemi parviendrait à détruire effectivement toute liaison transatlantique.

2^o Les Autorités militaires américaines insistent pour qu'on fasse le nécessaire en vue d'assurer le plus tôt possible, à raison de 24 heures par jour, une transmission ininterrompue dans le sens France-Amérique, de façon à pouvoir écouler les télégrammes urgents dans n'importe quel cas. Pour atteindre ce but on propose d'installer, en France au moins, une puissante station radiotélégraphique.

La construction de cette station puissante fut décidée après entente avec les autorités françaises. La France devait fournir l'emplacement de la station et la marine américaine devait bâtir les pylônes et installer les appareils nécessaires, tous fournis par l'Amérique.

Les nombreuses correspondances relatives à ce problème furent

échangées avec la commission radiotélégraphique interalliée, dans laquelle le colonel Russel, « Chief signal officer », représentait l'armée américaine, tandis que l'attaché naval à Paris y représentait la marine des États-Unis. De cette façon, par l'intermédiaire d'officiers de liaison et grâce à un échange fréquent de messages télégraphiques, on restait en contact permanent avec les spécialistes de la commission radiotélégraphique interalliée, ce qui permettait à celle-ci de collaborer d'une manière effective.

On se livra aux États-Unis à un grand nombre d'études ; on y effectua quantité d'expériences et d'essais ; la plupart étaient d'une nature éminemment scientifique. En résumé le problème consistait : 1° à construire des stations suffisamment puissantes capables de produire les meilleurs signaux possibles dans des conditions ordinaires favorables ; 2° à rechercher le moyen d'assurer la continuité du service radiotélégraphique même en cas de perturbations atmosphériques sérieuses ; 3° à imaginer des dispositifs qui, dans le cas d'un brouillage occasionné par l'ennemi, empêcheraient les signaux d'être détruits ou défigurés par des signaux arbitraires transmis dans ce but par les stations très puissantes de l'ennemi.

Pour résoudre la première partie du problème, le département de la marine entreprit de terminer le plus rapidement possible l'installation à Annapolis (Md) d'une nouvelle station à grande puissance et de porter à l'extrême limite pratique la puissance de toutes les stations transatlantiques existantes. En outre, la marine établit les devis et entreprit la construction d'une station très puissante, près de Bordeaux ; cette station répondait aux desiderata exprimés par la conférence de New London (Connecticut) ; on avait l'intention d'en faire la station la plus puissante qui fût jamais construite.

Pour réaliser la seconde condition, la marine effectua une série d'essais dans diverses stations navales situées sur la côte de l'Atlantique en vue de trouver les emplacements les moins exposés aux phénomènes d'origine statique. Des recherches de même nature furent entreprises par le Signal corps, qui fit procéder à des observations électriques et météorologiques par de nombreuses missions envoyées dans différentes régions des États-Unis ; ces missions étudièrent : l'intensité des troubles d'origine statique et leur rapport avec les conditions

atmosphériques ; le degré d'intensité des signaux reçus ; elles recueillaient toutes les autres données scientifiques qui avaient quelque rapport avec le problème envisagé.

Pour satisfaire à la troisième condition, relative au brouillage prémédité, on essaya de nombreuses méthodes scientifiques dans les stations navales et ailleurs.

Comme conclusion, on adopta un vaste plan qui prévoyait l'utilisation, suivant les besoins, de stations réceptrices installées dans l'île de Terre Neuve, le long de la côte des États-Unis et ailleurs sur la côte de l'Atlantique, et enfin à l'intérieur des États-Unis et même jusque sur la côte du Pacifique. Afin de réduire au minimum les inconvénients résultant de la mise hors service de nombreuses stations très distantes l'une de l'autre (par suite de perturbations atmosphériques ou autres), toutes ces stations devaient être reliées à Washington par des lignes ordinaires. Chacune d'elles était équipée pour recevoir les mêmes radiotélégrammes, qui étaient ensuite retransmis par fil à Washington. De cette façon, les parties de message non reçues par telle station, étaient retransmises par une ou plusieurs autres stations situées en dehors de la zone d'interférence.

Les autres renseignements qu'on pourrait donner sur cette organisation ont, pour la plupart, un caractère éminemment scientifique ; leur nombre est considérable, et, de plus, ils sont encore regardés comme confidentiels.

Au début du mois de mai 1918, le département de la marine fut informé que l'ennemi se servait de sous-marins pour couper les câbles et qu'un certain nombre de câbles locaux avaient été ainsi mis hors d'usage en Europe. Au mois de juin suivant, la marine faisait connaître qu'elle tenait de sources sûres que les puissances centrales s'apprétaient à couper tous les câbles de la côte américaine au moyen de sous-marins construits spécialement dans ce but et à détruire simultanément toutes les stations radiotélégraphiques américaines à grande puissance. Dans le cas où ces tentatives demeureraient infructueuses, disait-on, l'ennemi devait rendre impossible toute communication en faisant brouiller les signaux par les puissantes stations allemandes. Au reçu de cette information, le colonel Carty convoqua une commission dans le bureau du directeur des « Naval Com-

munications » à Washington. On prit aussitôt toutes les dispositions convenables pour rendre effectives toutes les mesures arrêtées en principe. Le capitaine Todd fit connaître que les autorités maritimes avaient pris les dispositions de circonstance pour mettre les stations navales à l'abri d'une attaque.

Les renseignements fournis par la marine relativement aux intentions de l'ennemi paraissaient fondés, car, à l'époque où les sous-marins allemands opéraient le long de la côte est des États-Unis, deux câbles furent coupés à 150 kilomètres environ au large de New-York ; l'un (le câble New-York — Canso) cessa de fonctionner à 12 h. 35 le 28 mai ; l'autre (le câble New-York — Colon) se montra défectueux vers 15 h. 30 le 28 mai et cessa de fonctionner le même jour à 21 h. 30.

Ces deux câbles furent promptement réparés ; mais, lors même qu'il n'en aurait pas été ainsi, leur mise hors service n'aurait pas gêné beaucoup l'échange des communications transatlantiques, pour la raison qu'un seul câble était réservé à ce service et jusqu'à Terre Neuve seulement. D'ailleurs dans cette région on disposait de lignes aériennes.

La partie endommagée de chaque câble fut examinée soigneusement par le colonel Carty et plusieurs autres experts en câbles. Ils s'accordèrent tous à reconnaître que les câbles avaient été coupés, que la rupture ne provenait pas de la simple usure. Aux points où les fils protégés des deux câbles s'étaient rompus, on remarquait nettement la trace d'un outil tranchant ; l'absence de rouille aux extrémités de l'armature prouvait que le câble avait été coupé récemment. L'aspect de la coupure, le fait qu'à l'époque des sous-marins ennemis opéraient le long des côtes américaines et diverses autres considérations conduisirent fatalement à penser que l'interruption résultait d'une manœuvre de l'adversaire, qui se proposait de détruire nos communications télégraphiques.

De vagues rapports annonçaient qu'ailleurs d'autres câbles avaient été coupés ; cependant, les câbles cotiers des États-Unis n'eurent pas à subir d'autres dommages ; on put conserver en tout temps la liaison radiotélégraphique et la liaison par câbles entre le département de la guerre et le corps expéditionnaire américain opérant en Europe.

Mais pour cela, il fallut que la marine des États-Unis collaborât étroitement avec l'armée américaine et avec les alliés. Cette collaboration fut énergique, habile et efficace.

Une autre face du problème relatif à la communication transatlantique consistait non plus à empêcher l'ennemi d'interrompre cette liaison, mais bien à préciser de quelle façon et jusqu'à quel point les pays ennemis eux-mêmes utilisaient les communications électriques transatlantiques.

En conséquence, le 12 juillet 1917, le chief signal officer fit paraître une note officielle annonçant qu'une commission d'officiers était nommée pour se réunir à New-York toutes les fois que son président le jugerait utile ; son rôle consisterait à faire exécuter les instructions spéciales qui seraient transmises à cette commission par le chief signal officer de l'armée.

Le même jour, cet officier faisait parvenir à la commission les instructions suivantes :

« Le département de la guerre se montre sérieusement inquiet en raison de ce qu'il existe, sans doute possible, des moyens grâce auxquels une liaison est maintenue entre des agents du gouvernement allemand aux États-Unis d'une part et l'Allemagne d'autre part. Le gouvernement attache une très grande importance à ce qu'on découvre ces moyens. Le chief signal officer reconnaît la grande expérience en la matière des trois membres qui composent la commission nommée suivant la note n° 51 ; désire que ces membres s'emploient à rechercher par quels procédés les agents allemands réussissent à rester en communication avec l'Allemagne et que la commission indique au département de la guerre quels sont les meilleurs moyens à adopter pour déjouer ces manœuvres. Il est de première importance que toutes les délibérations de la commission demeurent rigoureusement secrètes. »

Sitôt en possession des instructions qui précèdent, le colonel Carty, nommé président, convoqua la commission, qui arrêta diverses mesures extraordinaires de précaution à faire appliquer par les compagnies de câbles, par les compagnies téléphoniques et télégraphiques. Du fait que, dans la vie civile, tous les membres de la commission avaient appartenu aux dites compagnies, ils pouvaient, mettant à

profit la connaissance qu'ils avaient de leur fonctionnement, en obtenir une intelligente collaboration.

Après avoir effectué diverses recherches, la commission reconnut qu'un des procédés employés par l'ennemi consistait à envoyer dans les pays neutres des renseignements militaires sous forme de messages d'apparence anodine ; ces neutres les retransmettaient aux puissances centrales. La question relevait de la censure des câbles ; aussi le président de la commission se mit-il en relation à ce propos avec le capitaine D. W. Todd de la marine américaine, qui, en qualité de directeur des communications navales, était chargé des services du contrôle maritime. On constata que les officiers de la commission de contrôle avait surveillé étroitement aussi bien le trafic des câbles que le personnel qui en était chargé et que des méthodes rigoureuses avaient été appliquées à l'écoulement de ce trafic. A la suite de la mise en vigueur d'instructions plus sévères, on fut convaincu que la transmission de messages clandestins était réduite au minimum, sinon absolument enrayée.

Toutefois il ne fut pas possible d'empêcher l'ennemi de faire usage de ses stations radiotélégraphiques à grande puissance pour transmettre des télégrammes, qu'on pouvait recevoir aux États-Unis ou dans l'Amérique du Sud. C'est pourquoi la section radiotélégraphique du Signal corps intercepta systématiquement tous les messages chiffrés transmis par les stations ennemies et les communiqua soigneusement au service des renseignements militaires.

Le président de la commission fut avisé officiellement et confidentiellement que, suivant des renseignements très précis, l'ennemi avait posé en secret un câble à travers l'Atlantique ; ce câble atterrissait en un point de la côte de la Nouvelle Angleterre ; l'autre extrémité aboutissait à une bouée immergée au large des côtes d'un pays neutre ; à des intervalles fort rapprochés, un sous-marin, muni d'appareils de transmission et de réception sur câbles, se reliait à la bouée et obtenait ainsi une communication rapide et sûre avec les États-Unis. Plus tard on apprit que la partie posée en pleine mer l'avait été par un bâtiment neutre et que la portion voisine des côtes de la Nouvelle Angleterre était courte et de construction très légère ; elle avait été posée par un sous-marin allemand.

Malgré que ce rapport parût renfermer des données invraisemblables, on en tint compte parce qu'il venait d'une source autorisée. En conséquence, on s'entendit avec les hauts fonctionnaires de la *New England Telephone and Telegraph Co* et de la *Southern New England Telephone and Telegraph Co* en vue d'obtenir leur collaboration secrète ainsi que celle d'un certain nombre de leurs employés, capables, dignes de confiance, et connaissant à fond le littoral de la Nouvelle Angleterre. Ce personnel comprenait des commis, des chefs d'équipes et des ouvriers des lignes, qui, en raison de leurs attributions, connaissaient tous les circuits de la côte. Tout le littoral compris entre la frontière canadienne et New-York fut soigneusement exploré par eux en vue de découvrir où s'établissait la liaison avec un câble ennemi.

Les recherches demeurèrent infructueuses ; elles avaient été faites avec tant de soin qu'on avait la certitude que le câble ennemi n'existait pas réellement. On s'attendait un peu à semblable résultat ; mais la question était tellement importante qu'elle exigeait une réponse précise ; on l'avait obtenue de cette façon.

La troisième partie du problème posé par les communications transatlantiques fut étudiée par le Chief signal officer, qui chargea le Colonel J.-J. Carty de rechercher le moyen d'échanger, entre le département de la guerre à Washington et le corps expéditionnaire américain stationné en France et en Angleterre, des télégrammes en *langage clair*, de telle manière qu'ils ne pussent être interceptés par l'ennemi ; il s'agissait d'économiser un temps précieux consacré à traduire en langage secret puis à déchiffrer les messages.

Le colonel Carty commença les recherches dans le sens indiqué en étudiant d'abord de très près le remarquable appareil imprimeur qu'on avait perfectionné depuis peu aux États-Unis. Cet appareil permet de transmettre simultanément huit télégrammes par un même conducteur ; chaque télégramme ainsi transmis est reçu imprimé sur page absolument comme une correspondance tapée à la machine à écrire.

Il fut impossible avec des moyens ordinaires de déchiffrer un ou plusieurs des huit télégrammes envoyés à titre d'essai ; on n'y par-

venait pas, même en recourant au procédé qui consiste à établir une dérivation sur les lignes qui transmettent des signaux Morse, lequel procédé avait été reconnu jusque là comme efficace. Toutefois, une étude plus minutieuse de la question devait révéler le fait qu'on pouvait intercepter les messages en recourant à un oscillographe qui permet d'enregistrer sur papier photographique les courants électriques les plus faibles. On pouvait lire les télégrammes en étudiant l'impulsion nécessaire à la formation des signaux télégraphiques et en analysant les courbes résultantes des huit messages combinés. Toutefois cette opération supposait une extrême habileté et prenait un temps très long. Ceci prouvait que, sauf perfectionnement éventuel, on ne devait pas se fier au système télégraphique imprimeur pour protéger un message transmis en clair contre les tentatives d'un ennemi entreprenant et pourvu d'un bagage scientifique et d'appareils appropriés.

Dans le cas où l'on pourrait protéger le message pendant sa transmission sur câble, il serait possible de recourir à des méthodes empêchant que des dérivations soient établies indûment sur les lignes terrestres. Jusqu'au moment où l'on entreprit cette étude, on supposait généralement qu'il ne serait pas possible de se brancher sur un câble transocéanique sans occasionner immédiatement des perturbations facilement enregistrables aux postes extrêmes, ce qui n'aurait pas manqué de faire découvrir la manœuvre.

Mais, après une étude approfondie de la question, le colonel Cartý fut amené à conclure que cette manœuvre pouvait s'effectuer de façon imperceptible sur un câble transocéanique, en appliquant simplement certaines découvertes électriques récentes. Il imagina un appareil d'essai qui fut soumis aux ingénieurs de l'*American Telephone and Telegraph Co* lesquels reconnurent qu'il donnerait vraisemblablement les résultats cherchés. En conséquence, les techniciens de ladite compagnie et ceux de la *Western Electric Co* entreprirent la construction des organes nécessaires. L'idée primitive fut radicalement modifiée, et l'on construisit des appareils spéciaux; on équipa un navire et on lui fit prendre la mer; on se brancha sur un câble transatlantique, on intercepta plusieurs télégrammes qui furent enregistrés de façon claire, lisible. Tout ceci sans gêner le moins du monde

le fonctionnement du câble et sans que les appareils les plus sensibles placés aux extrémités s'en trouvent affectés.

Ceci démontrait clairement qu'on pouvait se brancher de cette façon sur un câble et qu'il était impossible de s'apercevoir de la manœuvre dans les deux postes extrêmes. Cette découverte considérable fut communiquée au service des renseignements militaires, à la marine et aux alliés. Elle prouvait qu'il serait peu sûr d'essayer de correspondre en clair et elle indiquait une méthode qui, si elle avait été connue de l'ennemi, aurait été employée par lui contre nous. On décida que l'usage d'un code ou d'un chiffre pouvait seul garantir le secret des communications jusqu'au jour où l'on aurait fait quelque nouvelle découverte.

Cependant on ne renonça pas tout à fait à l'étude de ce problème et, à la demande du colonel Carly, les ingénieurs de l'*American Telephone and Telegraph Co* continuèrent à étudier la possibilité de garantir le secret en apportant quelques modifications au télégraphe imprimeur. En collaboration avec le lieutenant-colonel J.-O. Mauborgne du Signal corps, ces ingénieurs effectuèrent une série d'expériences et finalement inventèrent un appareil qui permettait : de déchiffrer rapidement un télégramme rédigé en *langage clair* ; de l'imprimer en caractères ordinaires sur page absolument comme si on le tapait à la machine à écrire ; de le transmettre sur un circuit télégraphique et de le recevoir au poste d'arrivée. Ce télégramme chiffré étant copié sur la machine à déchiffrer apparaissait finalement en langage clair anglais.

Ce système peut prendre diverses formes suivant les différentes circonstances. Dans nombre de cas, le procédé est le suivant : Dans le bureau de dépôt, on rédige le télégramme en clair ; on le copie sur un clavier de machine à écrire qui perfore une longue bande de papier. Ces perforations apparaissent sur la bande en code télégraphique et chiffré. On envoie au bureau télégraphique la bande chiffrée ainsi perforée ; elle passe par un transmetteur qui l'envoie au poste de réception où les signaux encore chiffrés se présentent sous la forme d'une bande perforée. Cette bande est portée à destination ; on la fait passer à travers une machine à déchiffrer et le message apparaît en langage clair.

La transmission du télégramme chiffré s'effectue aussi rapidement que dans le cas d'un télégramme ordinaire. La traduction en chiffre puis en langage clair est aussi rapide que la copie d'un message ordinaire sur une machine à écrire.

Il est évident qu'un semblable dispositif supprime toutes pertes de temps résultant de la traduction en chiffré puis en clair ; si son fonctionnement est sûr et si le télégramme secret est en sécurité, on aura trouvé ainsi une méthode gagnant du temps et permettant de transmettre un message par fil aussi rapidement qu'un télégramme en clair. En outre, la sécurité dont jouit le message se trouve renforcée du fait que le nombre de ceux qui possèdent la clef est moins élevé et parce qu'en traversant le bureau télégraphique ce message se présente sous la forme d'une bande perforée arbitrairement. Le caractère pratique, la vitesse et la sécurité de cet appareil ont été étudiés de très près pendant la guerre sur des circuits qui transmettaient, entre Hoboken et Washington et entre Washington et Newport News, des messages rigoureusement confidentiels. — Le code chiffré utilisé avec cet appareil, lorsqu'il était employé suivant la méthode du Signal corps, a résisté victorieusement à toutes les tentatives faites par les experts pour en trouver la clef.

Localisation des défauts sur les lignes souterraines

(*Electrical World*, novembre 1920). — Il existe nombre de méthodes servant à localiser les défauts des câbles souterrains : la méthode du pont, celle de la boucle et l'emploi de divers courants d'essai (« tracing currents »). Mais, tous ces procédés sont soumis à certaines restrictions par suite de l'effet de capacité, de la résistance du défaut, des courants de dispersion et d'autres phénomènes semblables. En raison de ces restrictions inséparables des méthodes indiquées plus haut, l'« United Electric Light and Power Co » de New-York a imaginé un procédé qui permet de recourir au courant continu et qui, pratiquement, a donné des résultats précis dans toutes les recherches de dérangements sur câbles souterrains.

Pour qu'on puisse employer utilement la méthode du pont, il est indispensable que le conducteur défectueux ne soit pas rompu, il est également nécessaire qu'on dispose, entre les deux points qui

constituent les extrémités du conducteur en dérangement, d'un conducteur en bon état. Il n'en est pas toujours ainsi. Quand les conducteurs sont rompus sans mise à la terre, on peut localiser le défaut en mesurant la capacité de la partie du conducteur comprise entre l'origine de la ligne et le défaut.

En raison des restrictions imposées par les méthodes de résistance et de capacité, on a imaginé divers procédés qui consistent à localiser les défauts en faisant passer à travers le conducteur un courant alternatif ou pulsatoire dans la direction du défaut et en déplaçant le long du câble une bobine exploratrice et un récepteur téléphonique ; le champ magnétique alternatif produit par le courant qui parcourt le conducteur produit par induction dans la bobine un courant alternatif, d'où un son dans le téléphone. Quand on dépasse le défaut, le son cesse d'être perçu. Cette méthode est satisfaisante toutes les fois que la résistance du défaut est faible, mais donne de mauvais résultats quand le défaut a une résistance élevée.

Pour remédier à ces inconvénients, on a imaginé d'employer du courant continu, périodiquement interrompu, la fréquence des interruptions étant très lente.

Le courant continu est appliqué à l'une des extrémités du câble d'alimentation exactement comme s'il s'agissait d'un courant alternatif ; le courant est interrompu toutes les deux secondes, la durée de l'interruption étant de une seconde ; autrement dit, la ligne reçoit du courant pendant une seconde et ne reçoit rien pendant la seconde suivante. On a constaté qu'avec une telle fréquence d'interruption, l'effet de capacité du câble est entièrement négligeable ; de plus, quelque élevée que soit la résistance du défaut, on ne relève, avec des méthodes ordinaires, aucun courant dans le conducteur au-delà du défaut ; toutefois, au moment où l'on ferme et où l'on ouvre le circuit, on peut entendre un bruit sec dans les téléphones.

L'organe explorateur est une sorte de génératrice dont l'inducteur est excité par le champ produit par le courant qui parcourt la ligne ; c'est une sorte d'anneau incomplètement fermé, formé de deux moitiés en fer doux et qu'on déplace le long du câble défectueux en lui faisant entourer ce câble. L'induit est mis en mouvement au moyen d'une manivelle et d'engrenages et la force électromotrice produite est appliquée à un téléphone.

L'interruption périodique du courant a pour but de permettre à l'observateur d'établir une distinction entre les effets dus au magnétisme rémanent et le champ produit par le courant qui parcourt le conducteur mis à la terre. De cette façon, bien que l'observateur entende un bruit ininterrompu dans les écouteurs, en raison du magnétisme rémanent ou des courants de dispersion, il est à même de distinguer les variations périodiques de ce bruit produites par le passage du courant à travers le conducteur.

L'appareil très simple donne des résultats relativement bons dans les cas où l'on peut faire passer à travers le défaut un courant continu de 6 à 8 ampères. Toutefois, il est souvent impossible d'obtenir un courant de cette intensité avec des tensions ordinaires, en raison de ce que fréquemment la résistance du défaut est relativement considérable. On a reconnu qu'il était nécessaire de faire certaines additions à l'appareil détecteur pour recevoir des courants ayant une intensité plus faible que celle indiquée ci-dessus.

La magnéto possède une vitesse relativement réduite ; si elle comportait des bagues collectrices, elle donnerait un courant alternatif de 15 périodes environ en tournant la manivelle à une vitesse raisonnable. En place de ces bagues collectrices, on se sert d'un commutateur à deux segments qui donne une force électro-motrice de sens unique dont on adoucit les points à l'aide d'un condensateur. Comme la fréquence à 15 périodes ou 30 pulsations est trop faible pour être perçue convenablement, on ajoute pour fermer et ouvrir le circuit téléphonique un interrupteur qui a la forme d'un vibreur actionné par une petite pile ; enfin, une petite bobine permet de neutraliser le magnétisme rémanent ou les champs parasites dus au passage de courant continu à travers l'enveloppe du câble.

Cette bobine est excitée au moyen d'une pile, l'intensité du courant est réglée par un rhéostat ; on peut ainsi neutraliser s'il est continu, un flux quelconque traversant les pièces de champ de l'appareil dans n'importe quelle direction.

1° L'emploi de récepteurs téléphoniques ne permet pas de mesurer exactement la quantité de courant d'essai ; or, l'expérience montre qu'il est important de la connaître exactement en raison de la présence du courant qui parcourt l'enveloppe du câble.

2° Lorsqu'on utilise des récepteurs téléphoniques, la bobine qui sert à neutraliser le courant parasite, ne suffit pas pour neutraliser le courant alternatif de dispersion dans l'enveloppe du câble ou les champs alternatifs de dispersion. Jusqu'à un certain point, ce rôle est tenu par le condensateur shunté à travers les bornes de l'induit. Mais, on ne peut neutraliser complètement le courant alternatif de dispersion d'une certaine espèce sans recourir à des condensateurs très volumineux, ce qui rendrait l'appareil encombrant. On résout ces difficultés en utilisant comme indicateur un millivoltmètre à courant continu.

Comme la partie mobile du millivoltmètre ne peut suivre les fluctuations du courant alternatif induit à des fréquences ordinaires ni les fluctuations produites par les déplacements de l'induit de l'appareil, on obtient une indication exacte du courant moyen à sens unique et on élimine entièrement les troubles produits par les champs parasites. De plus, les oscillations de l'aiguille produites par l'émission périodique du courant d'essai indiquent avec une précision suffisante la quantité de ce courant qui parcourt le câble. Il est évident que la valeur de cette indication varie sensiblement avec la vitesse à laquelle on tourne la manivelle, mais il n'est pas nécessaire de chronométrer exactement cette vitesse pour obtenir le degré de précision requis dans la pratique.

On peut donner facilement à l'appareil tel degré de sensibilité jugé convenable. En réalité, on peut le construire de façon à ce qu'il soit capable de déceler la présence d'un courant continu de l'ordre d'une faible fraction d'un ampère. La sensibilité dépend simplement de la composition et de la dimension des pièces polaires, du bobinage, et de la vitesse de l'induit, de la sensibilité du millivoltmètre.

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Participation de l'Administration des Postes et Télégraphes aux emprunts de la Défense Nationale. — La participation du service des Postes et Télégraphes aux diverses émissions des emprunts de la Défense Nationale est devenue de pratique courante. Tous les comptables sont familiarisés avec les règlements élaborés par l'Administration. Ils sont animés du plus grand désir de donner à leur propagande le meilleur rendement possible, mais se trouvent encore bridés par certaines restrictions qu'il conviendrait de faire cesser dans l'intérêt du Trésor.

1° *Approvisionnement des certificats provisoires.* — L'intérêt de la participation du service postal aux opérations d'emprunt réside dans la facilité donnée aux souscripteurs des plus petits hameaux et des moindres écarts de verser avec le minimum de dérangement. Le facteur en tournée, le facteur-receveur, la receveuse d'un bureau éloigné de toute communication sont aptes à recueillir les versements. La mesure, pour donner son plein effet, devrait être complétée par la remise rapide et même *immédiate* des certificats provisoires en cas de souscription au porteur libérée, ce qui est le cas le plus général dans les campagnes où les souscripteurs recourent exceptionnellement aux opérations d'arbitrage ou aux ventes sur le marché spécial. Pour cela, ils s'adressent aux notaires ou aux banques, intermédiaires intéressés et tout indiqués.

La répartition des titres de l'emprunt devrait donc être assurée de telle façon que la clientèle effectuant à un établissement de poste des versements en numéraire en titres et valeurs pour des rentes libérées reçoive immédiatement ou dans un délai très court, au lieu de récépissés n° 2, le certificat provisoire auquel elle a droit. Or, il n'en est pas toujours ainsi ; nombre de bureaux sont insuffisamment approvisionnés ou approvisionnés de certificats provisoires ne correspondant pas au montant des rentes souscrites. Le souscripteur

qui désire un titre unique de 60 francs n'accepte pas volontiers la remise de trois titres de 20 francs ou inversement. On ne doit pas oublier que, comme dans une maison de commerce, le client qui se présente est dans l'intention *actuelle* de dépenser et d'acheter. S'il ne trouve pas ce qu'il désire, si on lui offre ce à quoi il ne tient pas, il s'éloigne, va ailleurs ou s'abstient totalement. Le manque de récépissés provisoires, leur répartition insuffisante ont été signalés à tous les emprunts.

2° *Mode de propagande*. — Les bureaux de poste recevraient aussi plus de souscriptions, si, comme les banquiers, les notaires et autres établissements financiers qui inondent leur clientèle de prospectus, les receveurs des Postes étaient autorisés à lancer des circulaires dès l'ouverture des périodes d'émission. Une note adressée à la clientèle lui expliquant clairement les avantages de chaque emprunt, énumérant les facilités offertes, invitant les déposants à venir se renseigner auprès du receveur aurait une grande portée. Cette réclame discrète et peu chère (0 fr. 05 par envoi) serait plus efficace que des affiches et des annonces coûteuses.

Câbles téléphoniques à conducteurs en aluminium. —

L'Administration française fait actuellement l'essai de câbles téléphoniques sous plomb, isolés au papier, à circulation d'air sec et dont les conducteurs sont en aluminium.

Les câbles essayés sont des types suivants :

1° 112 paires de conducteurs de 1 mm. 28 de diamètre ;

2° 28 paires de conducteurs de 1 mm. de diamètre ;

3° 7 paires de conducteurs de 2 mm. de diamètre.

Les trois tableaux suivants indiquent les principales caractéristiques de ces câbles avec, en regard, les caractéristiques analogues des câbles à conducteurs en cuivre de même modèle.

TABLEAU N° 1

	112 paires aluminium 1 mm. 28	112 paires cuivre 1 mm.
Résistance kilométrique.	21 Ω 8	22 Ω
Poids au mètre.....	7 kgs	7 kgs 600
Diamètre extérieur.....	49 mm. 3	47 mm.
Épaisseur du plomb....	3 mm. 75	3 mm. 75

TABLEAU N° 2

	28 paires aluminium 1 mm.	28 paires cuivre 1 mm.
Résistance kilométrique.	36 Ω	22 Ω
Poids au mètre.....	2 kgs 950	3 kgs 200
Diamètre extérieur.....	27 mm.	27 mm.
Épaisseur du plomb....	3 mm. 25	3 mm. 25

TABLEAU N° 3

	7 paires aluminium 2 mm.	7 paires cuivre 1 mm.
Résistance kilométrique.	9 Ω 7	5 Ω 51
Poids au mètre.....	2 k. 200	2 k. 525
Diamètre extérieur.....	23 mm.	23 mm.
Épaisseur du plomb....	3 mm.	3 mm.

Les câbles comparés dans chacun de ces tableaux ont très sensiblement les mêmes caractéristiques en ce qui concerne le diamètre extérieur et l'épaisseur du plomb. Le poids est en faveur des câbles

en aluminium ; la différence est de 600 grammes pour les 112 paires, de 250 grammes pour les 28 paires et de 325 grammes pour les 7 paires. Au point de vue de la conductibilité, les conducteurs en aluminium des câbles à 112, 28 et 7 paires correspondent respectivement, dans l'ordre où ils sont énumérés, aux conducteurs en cuivre de 1 mm. 8/10 et 15/10.

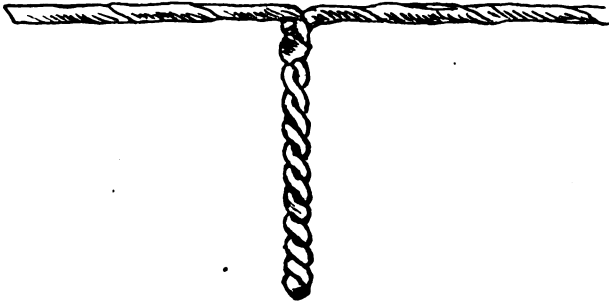


Fig. 1.

Dérroulement. — Le déroulement des câbles en aluminium dans les égouts de Paris n'a présenté aucune difficulté ; il est certain que le tirage en tranchée se ferait également avec facilité.

Raccordement. — La question du raccordement des conducteurs en aluminium a nécessité une étude spéciale et des essais au laboratoire. Les résultats en sont consignés ci-dessous :

1° Raccordement par torsade (fig. 1).

Le raccordement par torsade des brins de 1 mm. 28 et de 1 mm. n'a pas donné de bons résultats au point de vue électrique. Même en ayant bien soin de prendre toutes les précautions d'usage pour éliminer la couche d'alumine (nettoyage à la toile émeri fine ou à la ponce fine), la torsade présente une résistance non négligeable et de plus très variable ; la résistance est non seulement variable d'une torsade à l'autre mais varie aussi, pour une même torsade, sous l'influence de causes diverses telles que secousses mécaniques, variations de température, variations de courant. Il n'est donc pas possible d'envisager le raccordement par torsades tel qu'il est pratiqué avec les conducteurs en cuivre.

2° Raccordement par soudure.

Le raccordement par soudure a présenté de nombreuses difficultés qui pratiquement doivent le faire écarter. Parmi ces difficultés il y a lieu de signaler tout spécialement : la fusion des brins si la température n'est pas bien surveillée, l'emploi d'un fondant pour dissoudre l'alumine au fur et à mesure de sa formation, le lavage et le brossage pour enlever toute trace de fondant.

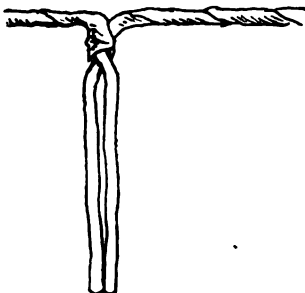


Fig. 2.

3° Raccordement par manchon serré (fig. 2 et 3).

Le raccordement par manchon serrant les deux brins à relia a donné des résultats très satisfaisants. Les essais ont été conduits de la façon suivante :

Les deux brins étant face à face comme dans le cas de l'épissure habituelle il a d'abord été fait une torsade de une ou deux spires de



Fig. 3.

manière à bien arrêter le papier de part et d'autre, ensuite les deux brins placés côte à côte ont été introduits dans un manchon de section ovale et de 2 cm. 5 de longueur. Le tout a été finalement serré fortement au moyen d'une pince spéciale. Les épissures ainsi faites ont présenté une résistance pratiquement nulle et n'ont pas été sensibles aux chocs mécaniques ou électriques.

Il a été obtenu de bons résultats même avec des conducteurs sur lesquels la couche d'alumine n'avait pas été enlevée au préalable.

Cela tient à ce que le serrage écrase les deux conducteurs l'un contre l'autre mettant les métaux en contact non seulement par leur couche extérieure mais aussi par leurs éléments intérieurs non oxydés. Toutefois, il va sans dire qu'il est préférable de nettoyer les conducteurs et que cette précaution devra toujours être prise dans les travaux de raccordement de câbles.

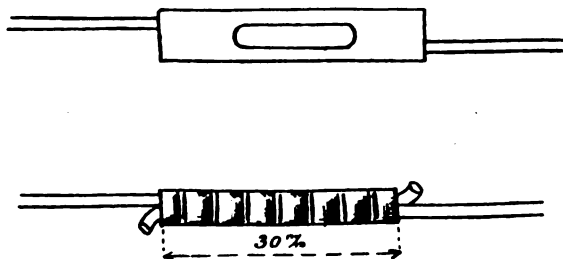


Fig. 4 et 5.

Il existe donc là pour le raccordement des conducteurs en aluminium de petit diamètre un procédé simple, changeant peu les procédés employés actuellement pour les conducteurs en cuivre, et

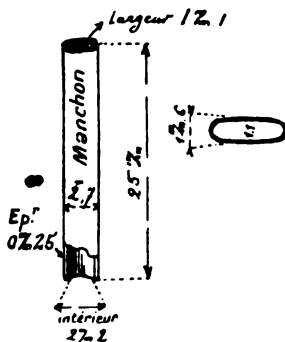


Fig. 6.

tout aussi rapide. Il est à présumer que les essais pratiques qui vont être effectués prochainement confirmeront pleinement les résultats ci-dessus obtenus au laboratoire.

Pour les conducteurs de 2 mm. deux procédés sont en présence ; le manchon soudé (fig. 4) comme pour les fils de cuivre de 2 mm. ou

le manchon serré (fig. 5). C'est très probablement ce dernier procédé que l'on devra adopter, car la confection du manchon soudé présente les difficultés déjà signalées à propos de la soudure des fils de 1 mm. 28 et de 1 mm.

Pupin a permis d'économiser des millions. — D'après Mc Clure, cette invention, qui, au point de vue du développement de la téléphonie, exerça une influence presque aussi heureuse que le tableau commutateur, a eu une carrière aussi romanesque que son auteur Michael J. Pupin. Pendant la guerre, celui-ci était connu à New-York comme Serbe patriote ; il était consul honoraire de Serbie. Sa carrière montre d'une façon saisissante ce qu'un homme persévérant peut accomplir. Peu de temps après son arrivée en Amérique, Pupin occupait un emploi de masseur dans un établissement de bains turcs. Il se mit à étudier, et en 1883 il prenait ses grades à l'université Columbia ; ensuite il fit de sérieuses études en Allemagne.

Il se passionna bientôt pour une nouvelle science : l'électromécanique. Vers 1900, les progrès en téléphonie marquèrent un temps d'arrêt ; on recherchait des conducteurs de faible diamètre pouvant rendre les mêmes services que ceux de fort calibre. On jugera de l'importance du problème quand on saura qu'on consacrait à l'achat du cuivre un quart du capital global engagé en téléphonie. En résolvant ce problème dans son paisible laboratoire de l'université Columbia, Pupin a mérité la médaille d'honneur de la science téléphonique moderne.

Le fruit de ses recherches porte son nom : c'est la « bobine Pupin », qui permet d'effectuer la « pupinisation » des lignes téléphoniques. Lorsque les savants essayent d'expliquer ce procédé, ils doivent recourir à une foule de formules mathématiques et de courbes ; en fait, il n'est pas rare de les voir engager des polémiques à ce sujet. En tout cas, le professeur Pupin a réussi à libérer les conducteurs des diverses perturbations connues sous le nom de phénomènes d'induction. Toutes ces influences s'acharnent sur les circuits pour leur dérober une partie de l'énergie qu'ils transportent. Dans le procédé Pupin, des bobines placées à intervalles réguliers le long des

conducteurs combattent ces influences et permettent à la ligne de fonctionner normalement. — Un conducteur en cuivre d'un diamètre de 1 mm. 5 joue donc le même rôle que les énormes fils employés jadis. Cette invention a eu pour conséquence des économies qui se chiffrent par dizaines de millions de dollars.

Service radiotélégraphique rapide avec la Prusse orientale. — On a récemment apporté au service radiotélégraphique entre Berlin et Königsberg une modification permettant la transmission et la réception simultanées entre ces deux stations ; il s'ensuivra une accélération du trafic avec les divers territoires de la Prusse Orientale séparés géographiquement de l'Allemagne. L'administration allemande des télégraphes est parvenue actuellement à améliorer davantage le service radiotélégraphique entre Berlin et Königsberg en se servant d'appareils rapides Wheatstone.

Au cours des essais effectués de nuit, on a obtenu une audition satisfaisante avec une vitesse de transmission de l'ordre de 300 signaux par minute. De jour, l'audition est parfois influencée par des troubles atmosphériques et autres ; on prévoit qu'avant peu les postes intéressés réussiront à les éviter. Les expériences commencées dans ce but sont poursuivies activement. Pour obtenir un service rapide, il sera nécessaire d'utiliser des appareils qui, autant que possible, n'exigeront pas du personnel des aptitudes spéciales, et il faudra absolument, pour éviter des complications, que le personnel réparti entre les postes de transmission, de réception et les services techniques collabore étroitement, chose qu'on obtiendra rapidement grâce à des exercices répétés. On espère qu'une fois écartées les difficultés présentes, l'introduction de la télégraphie rapide, qui aux essais a donné des résultats satisfaisants, améliorera de façon appréciable le service télégraphique avec la Prusse orientale.

Câble téléphonique suédois. — Un des progrès les plus importants qu'on ait accomplis en Europe depuis la guerre vient d'être réalisé par le gouvernement suédois, qui a ordonné la construction d'un câble téléphonique à grande distance entre Stockholm et Gôte-

borg ; sa longueur sera supérieure à 496 kilomètres ; il est du plus récent modèle employé par l'*American Telephone and Telegraph Co* ; les conducteurs sont d'un calibre relativement faible, mais ils fournissent un service excellent grâce aux bobines Pupin et aux relais téléphoniques dont ils sont pourvus. On obtient ainsi, sur un câble relativement petit, un nombre plus grand de circuits et avec des frais considérablement moins élevés que dans le cas d'un même nombre de circuits aériens. Ce câble est le premier d'un vaste réseau dont la pose est envisagée par le gouvernement de Suède. Si les autres gouvernements européens se décidaient à adopter des installations de ce genre, la réalisation du service téléphonique universel en Europe ne serait plus qu'une question de temps.

Le trafic téléphonique aux États-Unis. — Une revue financière vient de publier les renseignements suivants :

Il existe aux États-Unis 11.000 compagnies téléphoniques privées.

Nombre des postes téléphoniques : 12.004.325.

Longueur des circuits du réseau Bell : 37.249.768 kilomètres dont 60 % en câbles souterrains.

Nombre des communications interurbaines quotidiennes : 1.045.900.

Nombre des communications échangées chaque jour entre centraux téléphoniques : 31.263.600.

Plus de 10 milliards d'appels par année, ce qui donne 100 appels pour chaque tête d'habitant (hommes, femmes et enfants résidant aux États-Unis).

Construction du nouveau réseau téléphonique urbain de Venise. — Le 9 septembre dernier on a commencé les travaux de pose des câbles téléphoniques souterrains de la ville de Venise.

Il s'agit de poser environ 14 kilomètres de câbles à 300 paires. Les câbles qui, au nombre de 20, partiront du Bureau Central de San Salvador seront placés à une profondeur moyenne de 60 centimètres dans des caisses en bois remplies d'asphalte. Toute personne qui connaît la ville de Venise peut se rendre compte de la délicatesse et de la difficulté de l'opération. Les conditions topographiques du sous-

sol sont tellement spéciales et compliquées qu'on peut considérer le travail en question comme unique en son genre.

On prévoit qu'il faudra au moins 15 mois pour terminer ces travaux. Pendant le premier mois on a posé en tout 1.700 mètres de câbles souterrain seulement.

La façon de téléphoner. — Chaque poste téléphonique appartenant à l'une des plus importantes firmes commerciales d'Amérique porte un avis rédigé comme il suit :

« La façon dont chacun se sert du téléphone indique son caractère jusqu'à un certain point et fait ou non bonne impression et cette impression rejaillit directement sur la maison d'où émane la communication.

« C'est un véritable plaisir de commercer avec une maison qui traite tous les détails d'une affaire d'une manière précise et satisfaisante ; mais si l'on est mal reçu au téléphone il en résulte une impression désastreuse. Il est ridicule de se mettre en colère sous prétexte qu'on n'obtient pas immédiatement une communication. La faute n'incombe que très rarement aux téléphonistes, qui sont presque toujours courtoises et expéditives.

« Si vous êtes appelé au téléphone, répondez aussitôt ; si c'est vous qui demandez une communication, n'immobilisez pas la ligne trop longtemps ; les conversations interminables sont une source de mécontentement, et le plus souvent sont inutiles.

« Que chacun, dans cette maison, s'efforce de téléphoner de la façon la plus satisfaisante. »

La préservation des poteaux. — Jusqu'ici les poteaux employés en Amérique dans la construction des lignes aériennes n'étaient pas injectés, en raison du bon marché du bois. Mais le prix du bois augmente rapidement et il est maintenant nécessaire de préserver les poteaux de la pourriture qui est la cause la plus fréquente de détérioration du bois.

Une étude faite dans l'état d'Indiana a conduit aux conclusions suivantes :

1° Les antiseptiques les plus employés dérivent du goudron de houille. La créosote et les huiles de goudron à point d'ébullition élevé, dites carbonileums sont les antiseptiques qui donnent les meilleurs résultats.

Le goudron lui-même ne doit pas être recommandé ; il n'a qu'une faible valeur comme antiseptique ; il en est de même pour les mélanges de créosote et de goudron.

2° Les poteaux en bois de cèdre et de châtaignier sont antiseptisés soit par badigeonnage à la brosse, soit par traitement à la cuve. Les autres essences de bois n'ont pas été employées.

3° Une étude du côté économique de la question montre qu'il y a intérêt à traiter les poteaux par badigeonnage si leur durée est augmentée de 3,5 ans, à la cuve sans pression (à l'air libre ou cuve ouverte) si leur durée est augmentée de 7, 5 ans.

Un examen des poteaux a montré que le traitement donne en fait une augmentation de durée beaucoup plus grande que celle annoncée ci-dessus.

4° Il est possible d'augmenter la durée des poteaux déjà en service en les moisant à la base avec un bout de poteau en bois injecté, ou en les badigeonnant d'antiseptique. L'emploi d'une embase en béton armé doit être considéré comme un moyen exceptionnel.

Un progrès en radiotélégraphie. -- En utilisant un phénomène électrique qui, d'après leur dire, serait nouveau, les ingénieurs danois Karl Rahbek et Alfred Johnsen ont indiqué les principes d'appareils qui seraient appelés à révolutionner la science de la transmission télégraphique et téléphonique à longue distance. Ces principes reposent sur la constatation que certains corps (les pierres lithographiques, par exemple) sont capables de dégager une quantité d'énergie notable lorsqu'ils sont pourvus de revêtements conducteurs. Les inventeurs ont, d'après ces données, construit un relais qui, grâce à un disque tournant ou à un ruban mobile taillés dans un corps mauvais conducteur et à une électrode reposant sur eux, peut transmettre des impulsions électriques. Entre le disque (ou le ruban) et l'électrode il se produit des forces agissant tangentielle-

ment suivant les attractions et variations qui correspondent aux impulsions électriques. Ces forces transportent vers l'appareil récepteur les énergies qui ont pour point de départ les émissions de courant. Les causes de ces phénomènes ont été étudiées de plus près par les inventeurs et par le Dr. Erich F. Huth de Berlin qui les aurait appliquées et perfectionnées dans les domaines pratiques les plus variés.

Premier bureau central radiotéléphonique aux Etats-

Unis. — La ville d'Avalon, dans l'île Catalina, est située à environ 30 miles de la côte californienne. Une des toutes premières applications de télégraphies sans fil fut celle entre Los Angeles (Californie) et Avalon. On rapporte maintenant que les insulaires vont recevoir une communication par téléphonie sans fil avec le continent. La Pacific Telephone and Telegraph Co annonce qu'un bureau central téléphonique ordinaire va être installé à Avalon et que les conversations entre les postes d'abonnés de l'île Catalina et des stations du continent pourront avoir lieu par téléphonie sans fil sans opérations manuelles intermédiaires.

Réception linguale des signaux radiotélégraphiques.

— Dans la pratique, toute réception de signaux radiotélégraphiques s'est effectuée jusqu'ici au moyen de l'oreille. Mr. Arthur A. Isbell a émis l'avis qu'il y aurait un certain avantage à recourir au sens du goût plutôt qu'au sens de l'ouïe, dans certaines conditions d'exploitation, par exemple lorsque les bruits extérieurs occasionnent des troubles, comme c'est le cas à bord des aéroplanes. Des essais ont été effectués en vue de déterminer si la réception des signaux radiotélégraphiques par les organes du goût est possible.

On peut amplifier suffisamment un signal radiotélégraphique perceptible dans le circuit du détecteur, pour qu'il produise une sensation sur la langue. On peut, avec ce procédé, lire des signaux transmis à une vitesse réduite, c'est-à-dire à raison de 5 à 10 mots par minute.

Lignes détruites à la suite de verglas. — Dans la soirée du 19 décembre dernier, une chute de neige accompagnée de verglas s'est abattue sur toute la région de Narbonne. Son action destructive s'est étendue dans un rayon de plus de vingt kilomètres. Les lignes et réseaux de l'État, les fils de la compagnie des chemins de fer du Midi, les canalisations d'énergie n'ont pu résister aux surcharges produites par le verglas. La couche qui entourait certains fils atteignait jusqu'à dix centimètres de diamètre. Le réseau téléphonique de Narbonne qui était construit sur toitures a été complètement détruit. Les communications ont été provisoirement rétablies à l'aide de câbles aériens en attendant qu'une transformation en aéro-souterrain du réseau puisse être réalisée.

Réfection du réseau téléphonique interurbain anglais. —

Le Post Office britannique projette la confection d'un grand réseau téléphonique souterrain. Les artères comprendront un très grand nombre de circuits; par exemple l'artère Londres-Manchester comptera plus de 1.600 paires dont 152 vont être posées incessamment. Les circuits seront à 2 et 4 fils suivant leur longueur et l'affaiblissement qu'on désirera obtenir.

Hommage rendu par Pupin à l'Ingénieur des Télégraphes français Vaschy. —

La médaille d'or Edison a été remise au Dr Pupin le 18 février 1921 au cours d'une réunion de l'American Association of Electrical Engineers.

Après une allocution de M. J. J. Carty sur l'importance de l'œuvre du Dr Pupin, celui-ci a fait une conférence sur l'affaiblissement des ondes d'énergie pendant leur transmission dans un milieu matériel et l'absence d'affaiblissement pendant leur transmission dans le milieu appelé « éther », sur l'explication des réactions matérielles qui produisent l'affaiblissement et comment dans certaines conditions les pertes qui sont les causes de l'affaiblissement peuvent être réduites par la combinaison des diverses réactions. Au cours de sa conférence le Dr Pupin a rappelé, en des termes extrêmement chaleureux, que c'était l'ingénieur des télégraphes français Vaschy qui

a signalé le premier l'utilité de l'augmentation de l'inductance des lignes téléphoniques. Les travaux du Dr Pupin ont abouti à l'énoncé de la loi purement mathématique qui permet d'assimiler à une ligne homogène une ligne chargée de bobines d'inductance à intervalles réguliers convenablement choisis, mais le Dr Pupin a fortement insisté sur le fait qu'il fut, dès son enfance, guidé par des considérations physiques dans l'étude de la transmission des ondes et qu'il n'aborda l'étude des mathématiques que pour parvenir à résoudre le problème physique qu'il s'était posé.

BIBLIOGRAPHIE

Longueurs d'onde et propagation, par M. Vieillard, capitaine du génie. — (Gauthier-Villars et C^{ie}, éditeurs, 55, quai des Grands Augustins, Paris, VI^e, 1 vol. 25 cm. $\times$ 16 cm., 416 p., 53 figures).

M. le général Ferrié présente cet ouvrage par la préface suivante :

La théorie de la propagation des oscillations électriques que nous possédons actuellement est une théorie mathématique dans laquelle on néglige les dimensions des antennes, ainsi que la résistance du sol.

De nombreuses études ont été cependant publiées durant ces dernières années par des physiciens et des praticiens, surtout étrangers, pour établir les modifications à apporter, de divers points de vue, à la théorie mathématique dans le but de l'adapter à la réalité, mais il ne semble pas que ces essais aient encore abouti à un résultat très satisfaisant.

Le capitaine Vieillard, qui s'est spécialisé dans la T. S. F., depuis de longues années et avec beaucoup de distinction, présente un nouvel essai de ce genre. Son travail n'est pas une compilation d'études déjà connues et plus ou moins harmonisées, mais bien une œuvre personnelle dans laquelle tout ce qui n'est pas original a été traité sobrement mais clairement.

Laissant de côté les conditions de production des oscillations et celles de leur détection, l'auteur a divisé son ouvrage en deux parties :

La première, relative au mode de vibration des antennes, comporte en particulier, pour la détermination des longueurs d'onde des antennes les plus compliquées, une méthode originale inspirée des théories de Pupin sur les câbles chargés.

Après les préliminaires nécessaires sur la théorie de Maxwell, dont l'exposé est puisé aux sources classiques (H. Poincaré,

MM. Brillouin), l'auteur s'efforce dans la deuxième partie, relative à la propagation des ondes, de déterminer les effets des pertes par effet Joule dans le sol. Il arrive ainsi à une formule ayant l'allure de celle d'Austin, avec laquelle elle concorde dans certains cas, mais dont elle diffère notablement dès qu'on s'écarte des conditions expérimentales qui ont servi à l'établissement de cette dernière.

Un certain nombre de points de vue nouveaux et intéressants ont été également traités, parmi lesquels il faut citer en particulier la théorie du cône d'ombre des antennes d'aéronefs.

Malgré les développements mathématiques qu'il comporte, l'ouvrage du capitaine Vieillard est d'une lecture facile pour tous ceux qui ont des notions de calcul intégral et des connaissances élémentaires d'électricité. Son succès paraît donc assuré auprès de tous les spécialistes de la T. S. F. et de tous ceux qui s'intéressent au développement de la science de l'électricité.

Les compteurs d'électricité, par M. R. Fitcher, ingénieur I. E. N. (Dunod, éditeur, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e, 1 vol. 16 × 25 de iv-223 pages, avec 155 figures). Prix (majoration comprise) : 24 francs.

L'ouvrage de M. Fichter explique sans détails superflus, mais avec tous renseignements utiles, le fonctionnement des divers types de compteurs, employés tant dans la pratique courante que pour les tarifications modernes les plus spéciales.

L'Editeur-Gérant,
A. DUMAS.



ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

X^e ANNÉE — N° 2, 1921.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **16** francs. — ÉTRANGER : **18** francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (1^{re})



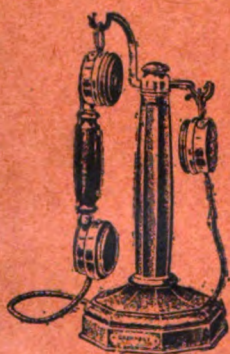
ANCIENNE MAISON EURIEULT

PORCELAINES
et
APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES
GRAMMONT

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 5.000.000 DE FRANCS

Siège social : 10, rue d'Uzès. PARIS

SERVICES COMMERCIAUX ET MAGASINS : 123, rue de Grenelle, PARIS



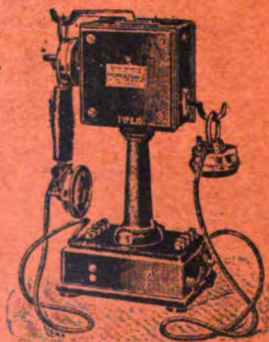
TOUS POSTES

muraux et mobiles
à batterie centrale
et batterie locale

TABLEAUX ET CLASSEURS

**POSTES MURAUX ET MOBILES
A BATTERIE LOCALE, AVEC APPEL
MAGNÉTIQUE**

Boîtes de coupure
pour
batterie centrale et batterie locale.



CATALOGUE SUR DEMANDE

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

X^e ANNÉE — N^o 2, 1921.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : 16 francs. — ÉTRANGER : 18 francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

● PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSÉE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)

COMMISSION DES ANNALES

DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux Annales sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes*.

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris, VII^e.

Membres de la Commission :

M. DENNERY, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président*.

M. A. BLONDEL, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées,

Le Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes,

M. LORAIN, Directeur de l'Exploitation Téléphonique, Professeur à l'École Supérieure,

M. FERRIÈRE, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine, Professeur à l'École Supérieure,

M. AUGIER, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes,

M. PAILLON, Directeur des Postes et Télégraphes,

M. SAUNIER, Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres*.

MM. TAFFIN, Directeur des Postes et Télégraphes, REYNAUD-BONIN, Ingénieur des Postes et Télégraphes, et CAUCHIE, Inspecteur des Postes et Télégraphes, *Secrétaires*.

M. LAVOIGNAT, contrôleur des Postes et Télégraphes, *Secrétaire-adjoint*.

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
La Radiotélégraphie imprimée. Emploi du télégraphe Baudot en télégraphie sans fil, par MM. Henri ABRAHAM et René PLANIOL.	193
Mission en 1921 de fonctionnaires de l'Administration des Postes et Télégraphes aux États-Unis :	
Téléphonie automatique, par M. REYNAUD-BONIN, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	208
Organisation des services téléphoniques suburbain et inter-urbain à New-York.....	221
Travaux de construction de lignes aux États-Unis, par M. CAPERON, chef d'ateliers des lignes téléphoniques.....	224
Le service des câbles sous-marins français pendant la guerre.	236
L'avenir de l'industrie des câbles sous-marins est-il réellement compromis ?.....	244
Les enseignements de la guerre au point de vue de la télégraphie militaire, par le capitaine du Génie TOCHÉ.....	246
La téléphonie à grande distance en Europe, par M. G. MARTIN, sous-chef de bureau à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes.....	263
Principes généraux d'administration, par M. WILBOIS, directeur de l'École Nouvelle d'administration et d'affaires.....	271
Téléphonie et Télégraphie multiplex au moyen des courants à haute fréquence, par E. H. COLPITTS et O. B. BLACKWELL.....	283
Les stations radiotélégraphiques de l'Administration des Postes et Télégraphes.....	303

* .

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Expériences d'amplificateurs sur les câbles sous-marins.....	316
--	-----

. . .
COMITÉ TECHNIQUE
DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES.

Installation d'un distributeur de trafic au bureau téléphonique « Fleurus » à Paris.....	317
Concours technique en vue du choix d'un nouveau type de tableaux téléphoniques pour abonnés des réseaux à batterie centrale.....	318

. . .
COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Périodiques en langue française.

La communication Paris-Fredericia.....	319
--	-----

. . .
Périodiques en langues étrangères.

Réduction des troubles dus à l'induction au moyen d'un transfor- mateur auxiliaire.....	330
Emploi de lampes à vide à double grille en radiotélégraphie....	335
Des erreurs de direction en radiotélégraphie appliquée.....	338
Amplificateurs sur un câble téléphonique Krarup.....	346
Procédé de téléphonie secrète.....	354
Perturbations occasionnées en Thuringe par le givre et la neige..	356

. . .
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Pensions du personnel des Postes et Télégraphes d'Alsace-Lor- raine sous le régime allemand.....	359
Considérations sur la T.S.F. Analogies mécaniques. Avantages d'une station centrale.....	364
Câbles suspendus à des ressorts à boudin.....	367
Câbles détériorés par des insectes.....	368
Communication radiotélégraphique entre l'Allemagne et l'Angle- terre.....	369
Utilisation de camionnettes automobiles par le service télépho- nique de Paris.....	369

Lanterne de sûreté pour travaux en égouts.....	370
Timbres de la poste aérienne.....	371
Achèvement de la pose d'un câble téléphonique Berlin-Dusseldorf.....	372
L'enseignement de l'École supérieure des Postes et Télégraphes (section des rédacteurs-élèves). — Essais de machines.....	372
Câble sous-marin téléphonique reliant Keywest (Floride) à la Havane.....	373

*
..

BIBLIOGRAPHIE

A. Bibliothèque des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones.....	374
Conférences de comptabilité industrielle et commerciale faites à l'École supérieure des Postes et Télégraphes, par M. G. VALENSI, ingénieur des Postes et Télégraphes...	374
B. Ouvrages divers.....	375
BREVETS D'INVENTION.....	376

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

La bibliothèque des *Annales* fondée en même temps que les *Annales* elles-mêmes est une encyclopédie de Télégraphie, de Téléphonie et de Poste ; les ouvrages qu'elle publie sont énumérés ci-après. Pour acquérir ces ouvrages, prière de s'adresser directement aux éditeurs indiqués pour chacun d'eux.

TÉLÉGRAPHE

Appareils et installations télégraphiques. Cours professé à l'École Supérieure par M. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix : 40 francs (1).

Les derniers progrès réalisés en télégraphie, par M. TONGAS (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs (2).

Cours élémentaire de télégraphie sans fil, par M. G. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 12 francs (2).

Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux, à l'usage du personnel, 1919. — 1 vol. in-16 raisin, 78 pages, 64 figures. Prix : 6 fr. 50 (2).

Instruction sur l'entretien et le réglage des appareils télégraphiques, à l'usage du personnel, 1920. — 1 vol, in-16 raisin, 154 pages, 39 figures (2).

La Technique télégraphique en France (ouvrage publié à l'occasion de l'Exposition de San-Francisco), par M. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes (1916). — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 fr. 50 (2).

Pratique radiotélégraphique (*Radiotelegraphisches Praktikum*, par REIN); traduit de l'allemand par M. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 9 francs (3).

La Télégraphie en Amérique (*American Telegraph Practice*, par DONALD Mc NICOL); traduit de l'anglais par MM. PICAULT et VIARD, Ingénieurs des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol. (3).

TÉLÉPHONE

Installations téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. MILON, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (2^e édition, 1918). — 1 vol. Prix : 12 fr. 50 (2).

(1) J. Baillièrre et fils, éditeurs, 19, rue Hautefeuille, Paris, 6^e.

(2) Librairie de l'Enseignement technique, 3, rue Thénard, Paris, 5^e.

(3) Gauthier-Villars, éditeur, 53, quai des Grands-Augustins, Paris, 6^e.

- La Téléphonie automatique*, par M. MILON, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. (3)
- Principes généraux d'exploitation téléphonique*. Cours professé à l'École Supérieure par M. MILON, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1921). — 1 vol. Prix : 6 francs (2).
- Instruction sur l'installation et l'entretien des postes téléphoniques d'abonnés*, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 raisin, 62 pages, 23 figures. Prix : 3 fr. 50 (2).
- Instruction sur la protection des installations télégraphiques et téléphoniques de l'Etat contre les courants industriels*, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 140 pages. Prix : 3 francs (2).
- La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple* (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das mehrfache Fernsprechen*, par K. Berger); traduit de l'allemand par M. LE NORMAND, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 fr. 50 (3).
- Traité de Téléphonie pratique* (extraits de *American Telephone practice*, par KEMPSTER B. MILLER); traduit de l'anglais (1913). — 1 vol. Prix : 6 francs (4).
- Traité de Téléphonie* (extraits de *Telephony*, par ABBOTT); traduit de l'anglais par M. GILLES, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs (4).

ELECTRICITÉ

- Cours d'électricité théorique* professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. POMEY, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs (3).
- Principes d'électricité*. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. DROUET, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol. Prix : 3 fr. 75 (2).
- Électricité industrielle*. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. MAUREAU, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 10 fr. 50 (2).
- Théorie de la pupinisation et applications pratiques*. Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. CAHEN, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 1 fr. 50 (2).
- Instruction sur les essais et mesures électriques et le relèvement des dérangements de lignes et de postes*, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 raisin, 130 pages, 22 figures. Prix : 4 francs (2).

(2) Librairie de l'Enseignement technique, 3, rue Thénard, Paris, 5^e.

(3) Gauthier-Villars, éditeur, 58, Quai des Grands-Augustins, Paris, 6^e.

(4) Albin Michel, éditeur, 22, rue Huygens, Paris, 14^e.

Instruction sur l'installation de l'éclairage électrique à l'intérieur des locaux, à l'usage du personnel, 1920. — 1 vol. in-16 raisin, 72 pages, 32 figures. Prix : 4 fr. 50 (2).

De la propagation du courant télégraphique et téléphonique (The propagation of the electric currents, par J.-A. FLEMING); traduit de l'anglais par M. RAVUT, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 12 francs (3).

La télégraphie, la téléphonie, l'électricité depuis 1878. Extraits du 2000^e numéro de *The Electrician*, traduits par G. HAMEL et E. PICAULT, Ingénieurs des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix : 4 francs (2).

LIGNES

Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. LORAIN, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (4^e édition, 1916). — 2 vol. Prix : 6 francs le vol. (2).

Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes, à l'usage du personnel, 1919 (2^e édition). — 1 vol. in-16 raisin, 314 pages, 83 figures. Prix : 8 francs (2).

Instruction sur les circuits combinés et circuits appropriés à la télégraphie et à la téléphonie simultanées, à l'usage du personnel, 1918. — Une plaquette in-16 Jésus à l'italienne, 26 pages. Prix : 1 fr. 75 (2).

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen, par STILLE); traduit de l'allemand par MM. PICAULT, Ingénieur, et MONTORIOL, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. in-8°. Prix : 25 francs (5).

POSTE

Exploitation postale. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. FERRIÈRE, Chef de bureau à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 6 francs le vol. (2).

DIVERS

Comptabilité et droit budgétaire. Cours professé à l'École Supérieure par M. FERET DU LONGBOIS, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 6 francs (2).

Conférences de comptabilité industrielle et commerciale faites à l'École Supérieure par M. VALENSI, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1921). — 1 vol. Prix : 12 francs (2).

Conférences sur les moteurs thermiques faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. SAUVAGE, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs (2).

(2) Librairie de l'Enseignement technique, 3, rue Thénard, Paris, 5^e.

(3) Gauthier-Villars, éditeur, 58, Quai des Grands-Augustins, Paris, 6^e.

(5) Béranger, éditeur, 15, rue des Saints-Pères, Paris, 6^e.

LA
RADIOTÉLÉGRAPHIE IMPRIMÉE
EMPLOI DU TÉLÉGRAPHE BAUDOT EN TÉLÉGRAPHIE
SANS FIL

Par MM. Henri ABRAHAM et René PLANIOL (1)

PREMIÈRE PARTIE. — OBSERVATIONS GÉNÉRALES

§ 1. — RÉCEPTION IMPRIMÉE ET RÉCEPTION PAR TRACÉS
GALVANO-MÉTRIQUES.

Doit-on introduire dans la radiotélégraphie rapide, le principe du télégraphe BAUDOT (2), c'est-à-dire l'impression directe et immédiate de caractères d'imprimerie? Doit-on au contraire se borner à inscrire des tracés galvanométriques, par la photographie, ou à l'encre, ou, mieux encore, à la pointe sèche sur noir de fumée?

Cette question ne se pose pas pour la télégraphie ordinaire,

(1) Les résultats des expériences faites par M. Abraham ont été homologués par le Comité technique des Postes et Télégraphes dans sa séance spéciale du 21 mai dernier, présidée par M. Laffont, sous-secrétaire d'Etat.

Le Comité technique a conclu à l'application du procédé par l'Administration, en commençant par les communications entre la France et l'Afrique du nord.

(2) L'organe essentiel du télégraphe Baudot est le *distributeur* dont les balais, tournant régulièrement à raison de trois tours par seconde sur une série de contacts, mettent successivement sur la ligne plusieurs *claviers de manipulation*. Pendant la fraction de tour qui lui est réservée, chaque clavier a la faculté de pouvoir faire cinq émissions de courant consécutives, dont les combinaisons caractérisent les lettres ou les signaux à transmettre. Le *distributeur* envoie en outre, à chaque tour, un courant supplémentaire destiné à maintenir le synchronisme d'un appareil identique placé au poste récepteur. Ce second distributeur répartit les courants de la ligne aux moments voulus entre les *traducteurs* dont les électro-aimants reconstituent les signaux qui sont aussitôt imprimés. On se sert le plus souvent du *Baudot quadruple*, à quatre *claviers* et à quatre *traducteurs* qui débite 7.200 mots à l'heure. On emploie quelquefois le *sextuple* dont le débit est de 10.800 mots à l'heure.

Ann. des P., T. et T., 1921-II (10^e année).

13

mais elle doit être sérieusement discutée pour le cas de la T. S. F. en raison de l'existence des perturbations atmosphériques, les « parasites », qui risquent toujours de troubler les réceptions; et l'argument en faveur de la réception galvanométrique est celui-ci :

En radiotélégraphie imprimée, un parasite intempestif provoque l'impression d'une lettre fausse ou d'une lettre supplémentaire, et le mal est définitif. Tandis que si l'on possède un tracé galvanométrique, on peut espérer qu'un examen attentif de la bande enregistrée permettra de reconnaître le véritable signal, malgré la déformation qu'il a subie.

L'expérience montre que l'avantage revendiqué en faveur des tracés galvanométriques est le plus souvent illusoire. Ce mode de réception ne donne vraiment un gain appréciable que si l'on travaille *vers la limite de portée* du poste de T. S. F. Quand on est loin de cette limite, la réception imprimée n'est pas plus troublée par les parasites que ne le serait une réception galvanométrique ; et, quand les parasites deviennent sérieusement gênants, ils rendent, en fait, la réception mécanique impraticable par l'une des méthodes comme par l'autre.

On connaît bien, par contre, les avantages incontestés de la réception imprimée, qui l'ont fait universellement adopter en télégraphie continentale. Grande économie de personnel, car le travail assez pénible demandé aux employés pour le déchiffrement des tracés galvanométriques est d'un faible rendement. Économie de temps, aussi, parce que les télégrammes imprimés sont prêts immédiatement pour la distribution, sans avoir à subir les retards de traduction et de transcription qu'impose au contraire la réception galvanométrique. Grande souplesse, enfin, en présence des variations fréquentes de l'intensité du trafic.

§ 2. — LE PROBLÈME DE LA RADIOTÉLÉGRAPHIE IMPRIMÉE.

L'appareil télégraphique du poste de départ doit d'abord commander à distance, par fil, les émissions de l'antenne d'une station de T. S. F. Chaque train d'ondes actionnera ensuite, dans la

station de T. S. F. réceptrice, un relais retransmetteur qui renverra les signaux, par fil, jusqu'au bureau télégraphique destinataire où se trouvent les appareils imprimeurs.

C'est ce programme que nous nous sommes proposé de réaliser avec des appareils BAUDOT, en nous imposant de ne leur apporter aucune modification, afin que des communications radiotélégraphiques puissent être introduites directement dans le réseau télégraphique, sans complications nouvelles.

Il convient de faire remarquer que les transmissions radiotélégraphiques doivent nécessairement être organisées dans les

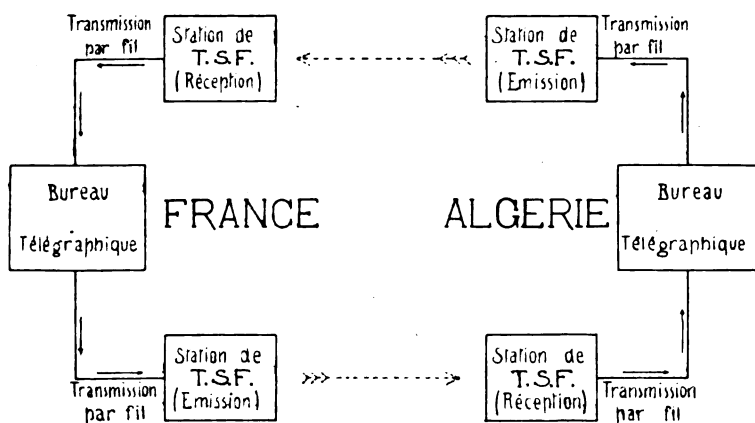


Fig. 1. — Diagramme d'une transmission de T. S. F. duplex France-Algérie.

deux sens, avec station transmettrice et station réceptrice à chacune des extrémités de la ligne. Il en résulte que la marche en duplex est assurée d'elle-même, puisque les stations de T. S. F. fonctionnent d'une manière indépendante. Ainsi qu'on peut le voir sur le schéma général de la *figure 1*, tout se passe dans ce cas comme si l'on travaillait en télégraphie ordinaire avec des lignes distinctes pour l'aller et pour le retour.

§ 3. — EXPÉRIENCES ANTÉRIEURES

Les expériences dont nous rendons compte ici sont une suite directe de l'ensemble des recherches faites pendant la guerre par

la radiotélégraphie militaire et, en particulier, des travaux de l'un de nous, effectués en collaboration avec MM. LÉON BLOCH et Eugène BLOCH, et ensuite avec M. P. NIMIER sur la réception mécanique en T. S. F.

Il a d'autre part été fait, de différents côtés, des expériences de radiotélégraphie imprimée. On a tenté plusieurs fois d'actionner des appareils Hughes par T. S. F., mais les essais semblent ne pas avoir réussi, parce que le synchronisme ne se maintenait pas régulièrement entre le transmetteur et le récepteur.

Plus récemment, des expériences ont eu lieu avec succès en Angleterre au moyen des appareils perforateurs et imprimeurs de *Creed* : ces derniers essais s'intercalent entre nos propres expériences de 1920 et celles de 1921.

Nous venons d'apprendre également par une communication privée que des expériences de télégraphie imprimée ont été faites par la Western Electric Co aux États-Unis vers la même époque, mais ces expériences n'ont pas été publiées.

§ 4. — EXPÉRIENCES DE 1920 ET 1921.

Notre travail n'a pu se poursuivre et aboutir que grâce à une étroite collaboration du Service d'Études et de Recherches techniques des Postes et Télégraphes avec le personnel de la Radiotélégraphie militaire, à qui nous tenons à exprimer tous nos remerciements.

Dans les premiers mois de 1920, des essais officiels de radiotélégraphie BAUDOT ont eu lieu, à Paris, à courte distance entre la Tour Eiffel et l'École Normale supérieure. Ces essais ont montré que l'on pouvait commander un poste d'émission de T. S. F. par l'intermédiaire d'un relais *Baudot* ordinaire, avec une rapidité suffisante pour suivre la transmission d'un *quadruple* à vitesse normale. On a pu constater aussi que des émissions d'ondes entretenues très faibles, reçues avec des amplificateurs convenables, étaient capables de faire fonctionner un relais *Baudot* et de fournir ainsi l'impression directe des télégrammes avec le matériel *Baudot*, sans aucune modification des appareils.

Des études de détail ont été faites ensuite en utilisant le poste à lampes que la Radiotélégraphie militaire possède à Issy-les-Moulineaux.

La nouvelle série d'essais à plus grande distance qui vient d'avoir lieu entre Paris et Nogent-le-Rotrou, a eu pour objet de poursuivre la mise au point du matériel et de donner des indications précises sur les conditions d'exploitation.

La liaison par BAUDOT entre le poste transmetteur de Paris et le poste récepteur de Nogent a été établie d'une manière satisfaisante. Le synchronisme des *distributeurs* était très bien maintenu par les émissions de T. S. F. et la réception imprimée se faisait correctement, comme dans une transmission par fil.

On a complété la démonstration, en établissant une *retransmission* par fil. Pour la commodité du contrôle, cette retransmission ramène la réception finale à Paris, dans la salle même où se trouvent les claviers de manipulation, afin que l'on puisse voir s'imprimer instantanément les télégrammes transmis de Paris à Nogent par T. S. F. et ramenés, par fil, à côté du point de départ.

Les résultats de ces expériences ont été constatés par le Comité Technique des Postes et Télégraphes (mai 1921).

§ 5. — CONCLUSIONS.

Ces essais nous paraissent avoir établi que la radiotélégraphie imprimée utilisant le télégraphe *Baudot* est prête à entrer dans le domaine de la pratique. Il est dès à présent certain que l'on est en état d'assurer un service régulier par des appareils quadruples, avec leur débit normal de 7.200 mots à l'heure *dans chaque sens*.

Nous avons pu nous rendre compte, par ailleurs, que ce débit total de 14.400 mots à l'heure pourrait encore être augmenté et qu'il n'y aurait pas de difficultés sérieuses pour l'utilisation des appareils sextuples.

Quand on organisera, par exemple, la radiotélégraphie *Baudot* à travers la Méditerranée entre la France et l'Algérie, nous ne

serons nullement surpris si l'on constate que cette liaison nouvelle alimente à elle seule autant de trafic que deux câbles sous-marins travaillant ensemble à plein débit.

DEUXIÈME PARTIE. — DÉTAILS TECHNIQUES

§ 6. — POSTE D'ÉMISSION DE T. S. F.

Pour les essais entre Paris et Nogent-le-Rotrou, le poste émetteur était installé à l'École Normale supérieure, en utilisant une antenne de fortune formée de trois fils tendus au-dessus des toits. La hauteur efficace de l'antenne ne doit pas atteindre dix mètres.

L'énergie est fournie au poste émetteur par le réseau électrique

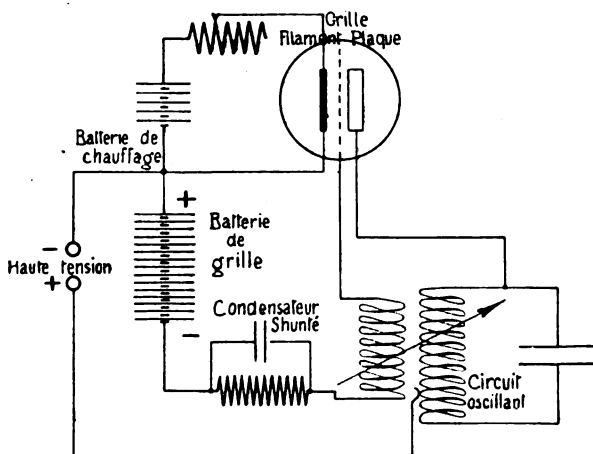


Fig. 2. — Poste à lampe pour les émissions de T. S. F.

de la Ville, sous forme de courant alternatif monophasé à 42 périodes et 110 volts. Au moyen d'un transformateur et d'un convertisseur Cooper Hewitt, à vapeur de mercure, on obtient du courant redressé de haute tension auquel on donne de la régularité avec des condensateurs et des bobines de self appropriés.

La haute tension alimente un oscillateur à lampe dont le circuit oscillant est monté suivant le schéma classique représenté par la figure 2. La longueur d'onde adoptée est voisine de

2.200 mètres pour ne pas gêner les communications existantes.

Le circuit d'antenne qui n'est pas représenté sur la figure, contient seulement un self réglable. On établit sa résonance sur le circuit oscillant précédent et l'on couple très faiblement les deux circuits. Ce *montage indirect* donne des émissions d'une longueur d'onde bien fixe, mais il entraîne, dans le circuit intermédiaire, une dépense de puissance qui réduit le rendement du poste d'émission.

Les expériences ont été faites avec une intensité de 3 ampères en utilisant une seule lampe émettrice du modèle étudié par M. BEAUVAIS.

En raison de la trop petite hauteur de l'antenne, cette intensité était un peu faible pour que, dans la réception à Nogent-le-Rotrou, la totalité des parasites pussent être couverts pendant les périodes d'orages. On peut déduire de là des indications sur ce que devront être les installations radiotélégraphiques pour des transmissions d'une portée sensiblement plus longue.

La traversée de la Méditerranée nécessitera sans doute des postes de T. S. F. pourvus d'antennes d'une centaine de mètres de hauteur, dans lesquelles on dépensera une puissance de quelques kilowatts. Les détails du montage devront être étudiés en conséquence.

§ 7. — MANIPULATION.

Le relais *Baudot* transmetteur commande les émissions de T. S. F. par l'intermédiaire d'une « lampe » auxiliaire dont la plaque est reliée à l'antenne et dont le filament est à la terre (fig. 3). Le rôle du relais se réduit à changer le potentiel de la grille. Quand la grille est rendue fortement négative, aucun courant ne passe entre plaque et filament, et l'antenne oscille librement ; mais dès que l'on supprime la tension négative de grille, le courant passe dans la lampe et les oscillations de l'antenne sont supprimées comme par l'effet d'un véritable court-circuit.

§ 8. — MAGNÉTO-OSCILLOGRAPHE.

Nous avons utilisé, dans ces expériences, pour le contrôle des émissions et des réceptions de T. S. F., le *magnéto-oscillographe*, étudié par l'un de nous en 1916 en commun avec MM. L. et E. BLOCH,

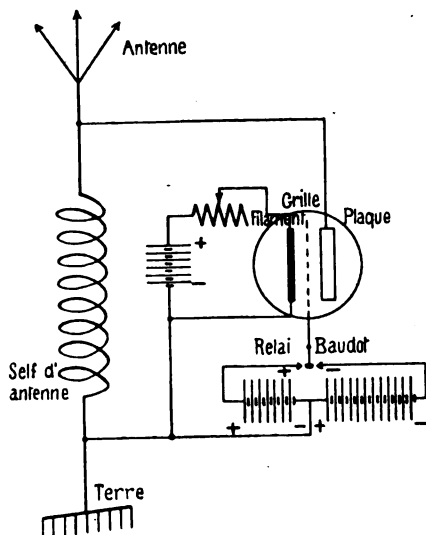


Fig. 3. — Schéma des circuits de manipulation.

et dont la construction a été améliorée depuis, en collaboration avec M. P. MARTI.

L'un de ces oscillographes que construisent les ateliers Carpentier, a été mis en service, pendant une partie de la guerre, au poste radiotélégraphique de la Tour Eiffel, pour l'inscription directe des messages de T. S. F.

Cet appareil réalise un notable progrès par rapport aux « *ondulateurs* » précédemment employés en télégraphie. Il est constitué par une petite machine magnéto tétrapolaire à fer tournant (fig. 4) dont le *rotor*, monté entre pointes, porte directement le style inscripteur. Le fer mobile est énergiquement rappelé au zéro par un fort ressort de torsion. Grâce à la puissance du champ magnétique l'amortissement complet de l'organe mobile peut s'obtenir, comme dans un galvanomètre, au moyen d'une résistance en dérivation.

Les mouvements du style inscripteur sont extrêmement

rapides. Quand on établit un courant, la déviation permanente est atteinte après deux ou trois millièmes de seconde. Dans ces conditions de rapidité, la sensibilité est de l'ordre du millimètre par milli-ampère pour une résistance intérieure de quelques milliers d'ohms.

On inscrit généralement sur papier enfumé. Nous avons utilisé pour cet usage les appareils dérouleurs à enfumage continu du Service géographique de l'Armée.

Comme l'a montré l'un de nous, la fixation peut se faire *à sec en passant les bandes au laminoir* : l'opération est instantanée. L'oscillographe, très robuste, peut être muni d'une plume et donner des tracés à l'encre sans perdre ses qualités de rapidité et de sensibilité : mais les inscriptions à l'encre n'ont jamais la finesse des tracés à la pointe sèche sur noir de fumée.

Signalons encore que l'un de ces oscillographes, équipé en relais, nous a donné d'excellents résultats.

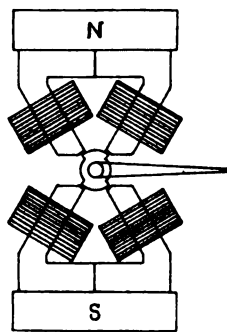


Fig. 4.
Magnéto oscillographe.

§ 9. — CONTRÔLE DES ÉMISSIONS DE T. S. F.

Dans le poste transmetteur, les émissions de l'antenne sont contrôlées par un magnéto-oscillographe qui suit fidèlement toutes ces émissions. L'appareil inscripteur est alimenté par le circuit d'antenne agissant par induction sur le circuit de l'oscillographe. Les oscillations induites sont redressées par une « lampe » ordinaire (petit modèle, type T. M.) placée en série avec la boucle induite et l'oscillographe. Le montage est représenté par la figure 5.

L'observation des tracés fournit des renseignements d'une certitude absolue sur le fonctionnement du poste émetteur.

§ 10. — POSTE RÉCEPTEUR DE T. S. F.

La réception de T. S. F. était installée à Nogent-le-Rotrou, à une distance d'environ 120 kilomètres du poste d'émission, dans

des bâtiments que l'autorité militaire avait bien voulu mettre à notre disposition. La réception était faite sur cadre. Nous avons employé indifféremment un grand cadre triangulaire à une seule

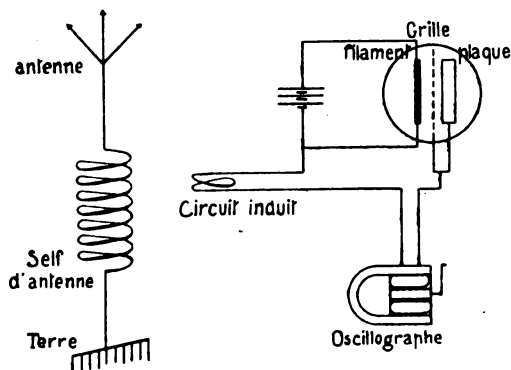


Fig. 5. — Contrôle des émissions par l'oscillographe.

spire porté par un mât de 30 mètres, ou un cadre de petites dimensions placé dans la salle de réception (1).

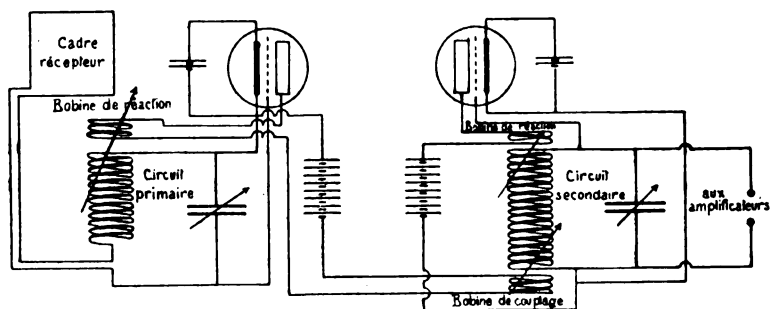


Fig. 6. — Poste récepteur à deux lampes de réaction pour résonances suraiguës.

Le poste récepteur (figure 6) comporte deux circuits résonants, primaire et secondaire, pourvus chacun d'une « lampe » de ré-

(1) Il semble que l'on ne rencontre pas de limite dans la réduction des dimensions du cadre récepteur, pourvu que l'on augmente en proportion la puissance des amplificateurs employés. Nous avons eu, par exemple, occasion d'enregistrer mécaniquement les télégrammes émis par les postes américains en les recevant à Paris sur un cadre carré de 17 centimètres de côté.

action qui leur donne une résonance très aiguë. On élimine ainsi dans la mesure du possible les brouillages et les parasites atmosphériques.

Le couplage des deux circuits résonants est fait par l'intermédiaire d'une « lampe » de liaison. Des amplificateurs viennent ensuite. Dans la figure 6, on a supposé confondues cette lampe de liaison et la lampe de renforcement qu'il peut être préférable de garder distinctes.

§ 11. — AMPLIFICATEURS.

Les bornes de sortie du poste de réception sont en communication avec les deux armatures du condensateur secondaire. On les relie avec les bornes d'entrée d'un amplificateur de haute fréquence.

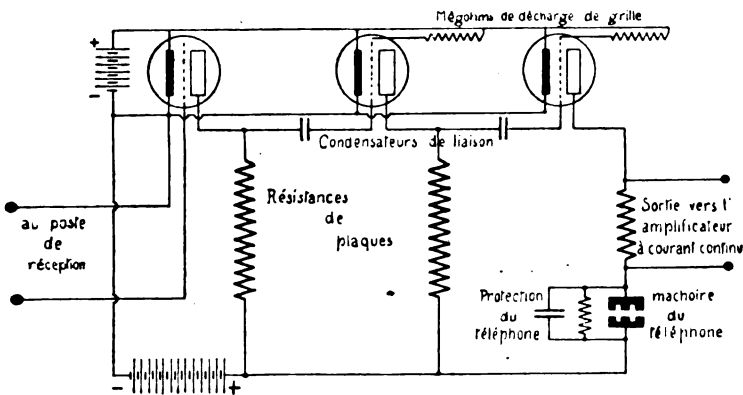


Fig. 7. — Amplificateur détecteur à trois lampes.

C'est un amplificateur détecteur à résistances à 3 lampes, du type bien connu (figure 7). Il n'y a que deux lampes amplificatrices, la troisième lampe fonctionne comme détectrice, et fournit un courant continu dont l'intensité diminue pendant le passage des trains d'ondes.

L'amplificateur de haute fréquence est suivi d'un amplificateur pour courants continus, à résistances, qui est à quatre étages. Son montage est analogue à celui de la figure 7. Les conden-

sateurs de liaison sont remplacés par des forces électromotrices qui ramènent le potentiel des grilles au voisinage immédiat de celui du filament.

Des condensateurs d'arrêt sont placés dans les deux amplificateurs pour empêcher l'amorçage spontané d'oscillations entretenues dans les circuits. Les dispositifs de protection habituels, par selfs d'arrêt et condensateurs de dérivation, ont dû aussi être employés pour préserver les amplificateurs des réactions par induction et des retours d'ondes provenant des autres appareils.

§ 12. — RÉGLAGES.

Le réglage de la réception se fait en deux temps. Les circuits primaire et secondaire sont d'abord mis en résonance sur les ondes que l'on veut recevoir en produisant localement des oscillations de même fréquence au moyen d'un oscillateur étaloné. On ajuste ensuite les bobines de réaction de manière que chacun des circuits oscillants soit au voisinage immédiat de l'amorçage spontané des oscillations entretenues, et l'on est prêt à recevoir.

Pour amener l'intensité de la réception à la valeur la plus favorable, on agit sur les réactions ou sur le couplage entre primaire et secondaire, ou bien encore sur le nombre des lampes amplificatrices.

Pendant ces réglages si l'on veut écouter les battements des ondes entretenues que l'on reçoit avec les ondes de l'oscillateur local (hétérodyne), on place un téléphone dans le circuit de sortie de l'amplificateur de haute fréquence. Mais cette « écoute » est généralement inutile et l'on règle le plus souvent la réception en suivant les tracés de l'oscillographe de contrôle dont il va être parlé.

§ 13. — CONTRÔLE DE LA RÉCEPTION.

Un *magnéto-oscillographe* est placé à la sortie de l'amplificateur à courant continu, en série avec le relais Baudot qui commande les appareils télégraphiques. On surveille ainsi la réception à tout instant en enregistrant les courbes d'intensité des

courants qui sont envoyés dans le relais et dont dépend manifestement toute la réception imprimée.

Ces courbes renseignent complètement sur la réception. Elles montrent jusqu'à quel point on arrive à réaliser l'élimination des parasites à mesure que l'on améliore les résonances ; elles renseignent sur l'intensité de la réception, qui doit être suffisante pour actionner le Baudot, mais ne doit pas être excessive ; elles feraient même connaître les dérangements éventuels du poste transmetteur, si un accident y produisait des irrégularités d'émission.

Lorsque les tracés sont corrects, on peut être certain que la réception imprimée est assurée et les appareils télégraphiques doivent alors fonctionner normalement, comme dans une transmission par fils.

§ 14. — APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES RÉCEPTEURS.

Il y a peu de choses à dire sur ces appareils : ce sont un *distributeur* et des *traducteurs* ordinaires montés dans les conditions habituelles, et actionnés comme toujours par un relais Baudot.

La seule modification que nous avons d'abord apportée aux appareils avait été de changer le bobinage du relais récepteur pour lui permettre d'obéir à des courants plus faibles ; mais nous avons reconnu depuis que cette transformation n'est pas indispensable.

C'est un même relais qui assure à la fois la retransmission par fil jusqu'à Paris et la réception à Nogent-le-Rotrou, en envoyant les courants convenables sur la ligne et dans les circuits locaux du distributeur et des quatre traducteurs qui impriment les télégrammes.

Comme nous l'avons déjà dit plus haut, le fonctionnement des appareils récepteurs est identique à ce qu'il serait dans une transmission par fil. En particulier le mouvement du distributeur de réception se maintient en synchronisme sur celui de la transmission avec une stabilité vraiment remarquable.

§ 13. — RÉSUMÉ.

Le développement de la télégraphie sans fil conduit à adopter l'emploi des transmissions très rapides, qui exigent une réception mécanique. Il y a tout avantage à utiliser dans ce but les télégraphes imprimants dont l'emploi est consacré par la pratique de la télégraphie avec fil.

Les expériences précédentes confirment et étendent ce que l'on savait sur ce sujet. Faites à faible puissance, sur une distance d'environ 120 kilomètres, elles contribuent à préciser les conditions de mise en pratique de la RADIOTÉLÉGRAPHIE IMPRIMÉE.

Ces expériences ont établi que l'on peut commander les émissions d'un « poste à lampes » au moyen d'un relais Baudot, à la vitesse normale d'un *appareil quadruple* et tout aussi bien d'un *sextuple* dont le débit atteint 10.800 mots à l'heure. Elles ont fait ressortir l'intérêt du contrôle oscillographique des émissions de T. S. F., et surtout du contrôle oscillographique de la réception. Elles ont confirmé que l'usage d'ondes entretenues avec réception directe par amplificateur de haute fréquence et amplificateur de courant continu (sans *hétérodyn*e) est bien adapté aux transmissions très brèves de la radiotélégraphie rapide. L'un des points les plus intéressants que ces essais aient mis en lumière, est que le synchronisme de deux distributeurs Baudot maintenu par T. S. F., persiste d'une manière remarquable, même lorsque la réception est sérieusement troublée par des parasites.

Le télégraphe Baudot s'adapte ainsi particulièrement bien à la *radiotélégraphie imprimée*, sans qu'il soit nécessaire de lui faire subir aucune modification.

Une transmission radiotélégraphique pourra donc s'intercaler très simplement dans le réseau continental des télégraphes Baudot, soit que l'on utilise les dispositifs qui viennent d'être décrits, soit que l'on fasse appel à d'autres montages que l'on jugerait préférables.

La commande des appareils de T. S. F. pourra se faire par

fil à partir d'un *central télégraphique* situé à n'importe quelle distance de la station radiotélégraphique ; la réception imprimée ou la retransmission par fil se feront avec les appareils réglementaires.

On est, dès maintenant, en mesure d'envisager une liaison de ce genre au travers de la Méditerranée entre la France et l'Algérie. Cette liaison paraît pouvoir être réalisée avec des postes de T. S. F. d'une puissance effective de quelques kilowatts, disposant d'antennes d'une centaine de mètres de hauteur. Une telle installation écoulera au moins autant de trafic que deux câbles sous-marins fonctionnant à plein débit.

MISSION EN 1921

DE FONCTIONNAIRES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES AUX ETATS-UNIS

TÉLÉPHONIE AUTOMATIQUE (1)

La téléphonie automatique est une branche de la téléphonie qui suscite le plus vif intérêt de curiosité et, de plus, prend de jour en jour un développement si considérable qu'elle éclipsera la téléphonie manuelle. Nous ne ferons pas l'historique de l'introduction de l'automatique en téléphonie, nous citerons seulement les noms de Strowger dont le premier brevet est daté du 10 mars 1891 et des frères Lorimer, auteurs respectifs de systèmes qui, successivement perfectionnés, sont devenus les systèmes actuels de l'Automatic Electric Cy et de la Western Electric Cy, les deux plus importantes compagnies de construction de matériel automatique existant à l'heure actuelle. L'Automatic Electric Cy a installé 469.000 postes automatiques, dont 370.286 aux États-Unis d'Amérique. Les usines de la Western Electric à Hawthorne sont capables de fabriquer en une année l'équipement complet de réseaux pour 127.000 abonnés automatiques et elles espèrent pouvoir porter cette capacité de production à 300.000 par an. Parmi les plus grandes villes possédant des réseaux automatiques, nous citerons : San-Francisco, Chicago, Los Angeles, Newark, Colombus, Kansas City, les principales villes de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande. En Europe : Dresde, Leipzig, Munich, Leeds. En France : Nice, Angers et Marseille. Parmi les réseaux manuels qui sont en voie d'être transformés en réseaux automatiques, le réseau de New-York, comportant un million d'abonnés, est au premier plan.

(1) M. l'Ingénieur REYNAUD-BONIN. — Conférence faite à l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes le 23 avril 1921.

L'Automatique offre des avantages évidents à une époque où sévit la crise de la main-d'œuvre. Au point de vue technique, les avantages sont aussi réels, car ce système est d'un fonctionnement rapide et peu sujet à l'erreur. Les commutateurs automatiques peuvent assurer le service maximum à toute heure de la journée et restent à la disposition des abonnés jour et nuit, dimanches et fêtes, sans aucune fermeture, tandis que les services manuels ne sont permanents que dans les villes de grande importance. Ainsi, on peut prédire à la téléphonie automatique le plus brillant avenir.

Voici maintenant le fonctionnement des appareils automatiques : l'abonné manœuvre un cadran à numéros placé sur son appareil téléphonique ; par la manœuvre de ce cadran, il désigne successivement les chiffres qui forment le numéro à appeler ; les mouvements du cadran envoient des impulsions électriques sur la ligne qui relie l'abonné au bureau central ; ces impulsions sont recueillies par des organes mécaniques placés au bureau central et ces organes sont capables de faire la sélection de l'abonné demandé.

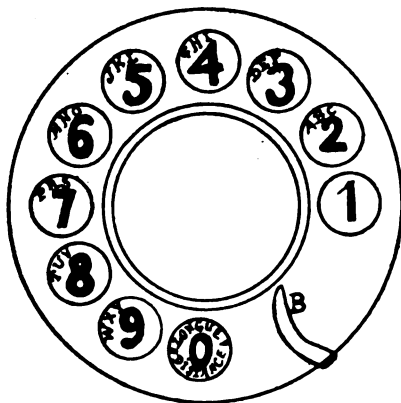


Fig. 1.

La figure 1 représente la face supérieure du cadran à numéros, face qui est constituée par un disque percé de trous et mobile autour de son centre. Pour transmettre un 7 par exemple, on enfonce l'index dans le trou marqué 7 et on fait tourner le disque

jusqu'à ce que l'index rencontre la butée fixe B ; puis on laisse le disque revenir en arrière sous l'action d'un ressort et d'un régulateur de vitesse. Dans le mouvement de retour, le contact

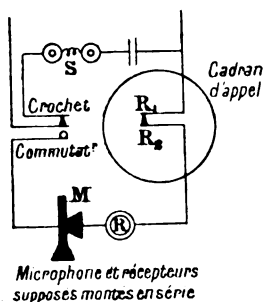


Fig. 2.

des ressorts R_1 et R_2 (fig. 2) est rompu sept fois et le circuit de ligne dont la continuité s'établit par ce contact est lui-même ouvert sept fois. C'est ce phénomène électrique qui permet la commande à distance des organes du bureau central.

L'appareil est réglé de sorte que les ruptures du circuit s'effectuent à la vitesse régulière de 10 par seconde.

L'envoi de chaque chiffre correspond à un train de ruptures. Deux trains de ruptures successifs, correspondant à l'envoi de deux chiffres successifs, sont séparés entre eux par un petit intervalle de temps formant palier électrique.

..

Les organes de bureau central sont désignés suivant leur nature, sous les noms de *présélecteurs*, *chercheurs de lignes*, *sélecteurs* ou *connecteurs*. Chacun d'eux comprend une partie

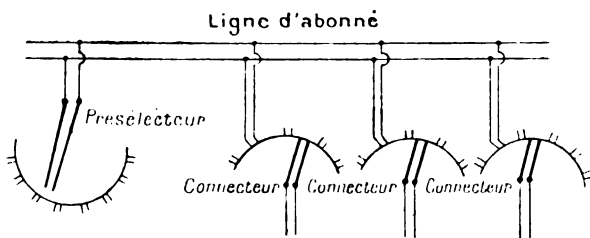


Fig. 3.

fixe portant un grand nombre de broches métalliques et une partie mobile qui est un balai capable d'explorer les broches de la partie fixe.

La figure 3 montre les attaches d'une ligne d'abonné dans un

bureau central muni de présélecteurs. La figure 4 montre les attaches dans un bureau central muni de chercheurs de lignes.

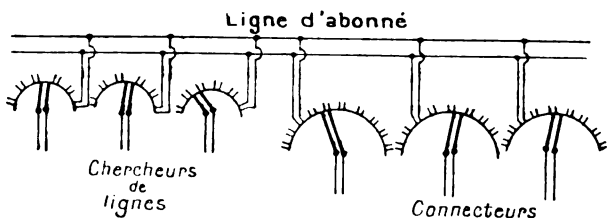


Fig. 4.

La figure 5 donne le schéma de la liaison de deux abonnés dans le cas d'un bureau à chercheurs de lignes.

Aussitôt que le demandeur décroche son récepteur pour appeler, tous les chercheurs de lignes libres dans le groupe dont il fait partie se déclenchent simultanément et leurs balais en explorent les broches de contact. Le premier balai qui ren-

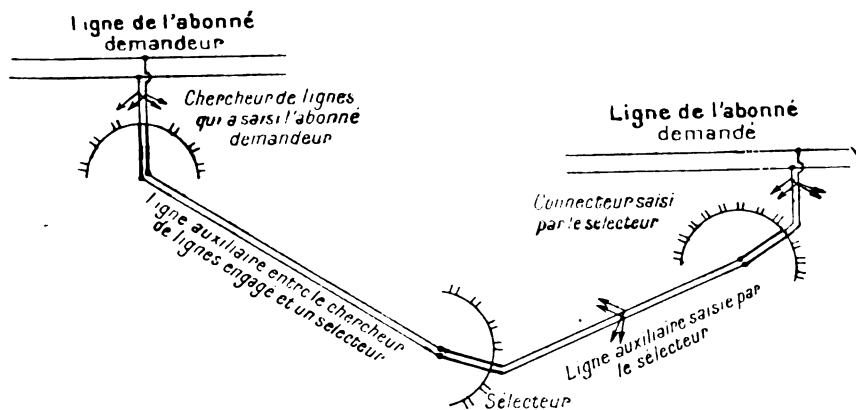


Fig. 5.

contre l'abonné appelant s'arrête sur les broches de cet abonné, le chercheur de lignes correspondant est engagé, les autres chercheurs de lignes du groupe restent libres. La ligne de l'abonné appelant est alors prolongée vers un sélecteur. Ce sélecteur explore à son tour des broches fixes selon une loi déterminée

par l'envoi des chiffres dans le cadran à numéros de l'abonné demandeur. Le balai du sélecteur s'arrêtera sur les broches d'une certaine ligne auxiliaire allant vers un *connecteur* contenant l'abonné désiré et l'abonné demandeur sera alors relié à ce connecteur dont le balai se déplacera à son tour selon la loi déterminée par l'envoi des derniers chiffres sur le cadran à numéros. Finalement, le connecteur s'arrêtera sur les broches de l'abonné demandé.

Il y a généralement plusieurs étages de sélecteurs intercalés entre le chercheur de lignes et le connecteur. La figure 5 montre un seul sélecteur, mais on conçoit que si le bureau central contient plusieurs milliers d'abonnés, il sera indispensable de faire la sélection à plusieurs étages, c'est-à-dire en plusieurs fois : par exemple la sélection du chiffre des mille dans un sélecteur n° 1 ou primaire, celle du chiffre des centaines dans un sélecteur n° 2 ou secondaire et enfin les sélections des chiffres des dizaines et des unités dans le connecteur. Cette disposition n'est d'ailleurs pas absolue et, en donnant à chaque organe sélectif un champ de broches assez considérable, on peut adopter une base de sélection supérieure à 10 et avoir moins d'étages de sélection que si l'on avait conservé le système décimal. C'est une des particularités les plus importantes du système Western dont la grande nouveauté réside dans l'emploi d'un traducteur permettant de passer du système de numérotation décimale à un système judicieusement choisi. D'où économie.

*
* *

Un des principaux problèmes qui se posent en téléphonie automatique consiste à déterminer quel sera le nombre d'organes de sélection à installer dans un bureau central. Ces organes étant coûteux, on en installera juste le nombre suffisant pour écouler le trafic avec une probabilité donnée pour que les appels ne restent pas en souffrance.

Le nombre maximum des communications simultanées que le bureau pourra assurer est exactement égal au nombre des sélec-

teurs primaires, puisque chaque conversation en cours immobilise un de ces sélecteurs.

Restons toujours dans le cas d'un bureau à chercheurs de lignes. Si nous nous reportons au schéma de la figure 5 un chercheur de ligne et un sélecteur primaire seraient reliés directement entre eux, axe à axe. Les abonnés seront groupés par exemple à raison de 60 par chercheur de lignes, ces 60 abonnés étant multiplés sur n chercheurs de lignes, auront à leur disposition également n sélecteurs primaires et le calcul de probabilité consistera à choisir n , de sorte que dans un groupe de 60 abonnés la probabilité qu'un appel reste en souffrance ne dépasse pas $\frac{1}{1000}$ par exemple. Or, dans les installations qui doivent satisfaire à une probabilité donnée, on a toujours des résultats plus avantageux, quand le champ d'éclosion des phénomènes est plus vaste — ainsi, au

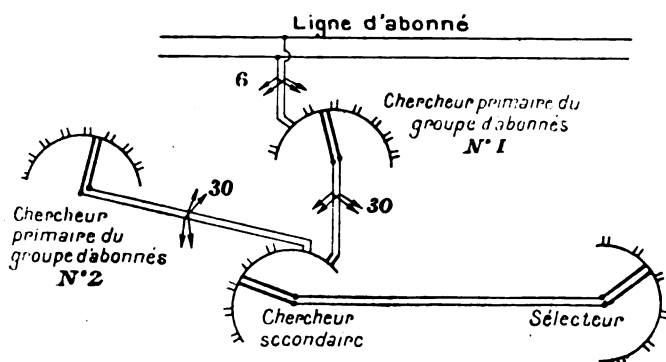


Fig. 6.

point de vue de l'économie sur le nombre des sélecteurs, il vaudrait mieux faire des groupes beaucoup plus gros que 60 abonnés. On peut fabriquer des organes à plus grande capacité ou bien modifier le groupement des organes à faible capacité en intercalant entre les chercheurs de lignes et les sélecteurs primaires une série de chercheurs dits secondaires dont chacun peut répartir sur un sélecteur le trafic provenant de 60 chercheurs primaires de groupes différents. Ainsi, un seul sélecteur pourrait recevoir, si l'on en avait besoin, des appels provenant de $60 \times 60 = 3.600$

abonnés différents et l'on peut appliquer le calcul des probabilités dans des conditions plus avantageuses.

Nous ne développerons pas ici tous les détails de l'application du calcul des probabilités à l'établissement d'un bureau automatique. Nous nous proposons seulement de montrer que les résultats sont très divergents pour de faibles écarts de chiffres qui ont servi de base, c'est-à-dire que les résultats dépendent étroitement de l'exactitude des statistiques ou des évaluations préalables de trafic de l'exploitation — ce qui mettra en évidence que les statistiques de trafic de l'exploitation doivent être faites avec un soin minutieux préalablement à la transformation d'un réseau manuel en automatique si l'on ne veut pas courir le risque d'avoir un mauvais service.

Il existe une relation entre le nombre x de lignes auxiliaires offertes aux appels d'un groupe d'abonnés, le nombre A d'appels se produisant en moyenne pendant la durée d'une conversation et la probabilité B de saturation des lignes auxiliaires :

$$(1) \quad B = e^{-A} \frac{A^x}{x!}$$

Considérons par exemple un groupe de 500 abonnés causant en moyenne chacun deux fois pendant l'heure la plus chargée et ayant des conversations d'une durée moyenne de deux minutes.

Alors : $A = \frac{2 \times 500}{30} = 33,33$. Si nous voulons que la probabi-

lité de saturation ne dépasse pas $\frac{1}{1000}$, la formule (1) donne :

$$\frac{1}{1000} = e^{-33,33} \times \frac{33,33^x}{x!} \text{ d'où } x = 52$$

il faut doter le groupe de 500 abonnés de 52 lignes auxiliaires.

Supposons que les 52 lignes auxiliaires aient été construites, mais que l'on se soit trompé de 10 % par défaut sur l'évaluation de la durée moyenne des conversations ou sur celle du nombre d'appels pendant l'heure chargée, de sorte que A ait en réalité la valeur 36,66 au lieu de 33,33, alors au lieu d'avoir la probabi-

lité de saturation $1/1000$ on a la probabilité $\frac{45}{10000}$ probabilité

4 fois $1/2$ plus forte. Si l'erreur sur A atteignait 50 % par défaut la probabilité de saturation deviendrait 16 fois plus forte.

Si les erreurs sur A sont par excès, il n'y a pas à craindre la saturation, ni le mauvais fonctionnement, mais on a immobilisé dans l'installation un capital exagéré. Ainsi, si A est erroné de 10 % par excès, on aurait pu, dans l'exemple précédent, se contenter de mettre 48 lignes auxiliaires au lieu de 52 pour assurer le service avec une probabilité de saturation inférieure à $\frac{1}{1000}$.

Si l'évaluation de A avait été fautive de 50 % par excès, on aurait pu se contenter de 30 lignes auxiliaires au lieu de 52.

On saisit par ces exemples l'importance de l'établissement préalable de statistiques correctes. Un autre exemple nous montrera l'importance du mode de groupement des chercheurs primaires et secondaires. Supposons 7.000 abonnés disposant de 540 circuits de connexion et ayant également accès à chacun de ceux-ci. Supposons la durée moyenne des conversations de 2 minutes et le nombre moyen d'appels de chaque abonné pendant l'heure la plus chargée de 2,1.

Dans ces conditions $A = 490$ et $B = e^{-490} \times \frac{490 + 540}{540!} = \frac{11}{10.000}$. Cette probabilité de saturation est acceptable.

Supposons que le même bureau de 7.000 abonnés et 540 circuits de connexion soit partagé en deux bureaux indépendants, l'un de 2.700 abonnés et 210 circuits de connexion, l'autre de 4.300 abonnés et 330 circuits de connexion. Pour la partie qui a 210 circuits de connexion, on a maintenant $A = 190,5$ et $B = e^{-190,5} \times \frac{190,5^{210}}{210!} = \frac{1}{100}$. La probabilité de saturation est de $\frac{1}{100}$ et n'est plus acceptable.

*
*
*

Nous avons surtout en vue, dans cette conférence, de traiter du service automatique dans les grandes villes. Au point où nous en sommes, nous pouvons dire qu'il y a certainement avantage à adopter un modèle de chercheurs de lignes dont le champ de

broches ait la plus grande capacité possible. Il existe des appareils dont le champ a la capacité 300 ou même 500. Ce sont ceux que la Western Electric Cy a construits sous le nom de *panel type* et dans la description desquels je vais maintenant entrer.

Le panel type constitue la plus grande nouveauté en téléphonie automatique pour les grosses agglomérations urbaines.

Les lignes de la téléphonie automatique sont toujours multipliées sur plusieurs organes semblables. Dans le panel type le multiplage est réalisé sans aucune connexion volante jusqu'à une capacité de multiplage de 60. Les 60 organes semblables forment un panneau rigide dont le champ de broches contient par exemple pour des chercheurs de lignes à 300 abonnés $60 \times 300 = 18.000$ groupes de broches. Chaque chercheur de lignes forme une rangée verticale linéaire de 300 broches, rangée qui pourra être explorée par un balai muni d'un mouvement vertical. Pour juxtaposer 60 chercheurs de lignes sans avoir à faire aucun câblage, on découpe des bandes minces métalliques ou isolantes ayant la forme indiquée sur la fig. 7. Chaque bande figure une arête de

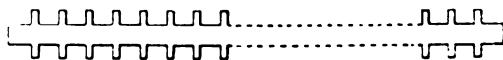


Fig. 7.

poisson avec 60 dents, 30 de chaque côté. Il suffit de superposer les bandes horizontales de la fig. 7, en mettant alternativement une bande métallique et une bande isolante pour constituer un panneau dont chaque rangée verticale sera un chercheur de ligne et qui contiendra 60 chercheurs de lignes multiplés sans aucun câblage. On voit la simplicité de ce système au point de vue de l'installation. Le panneau complet a environ 2 m. 50 de hauteur et 1 mètre de largeur. Il y a 60 balais à la base du panneau, un pour chaque rangée verticale et ces 60 balais peuvent être manœuvrés indépendamment les uns des autres.

Les chercheurs de lignes, les sélecteurs et les connecteurs du « panel type » ont la même texture et un aspect général analogue ainsi qu'on peut en juger par le schéma de la fig. 8.

On voit sur ce schéma un abonné demandeur qui a été pris par un chercheur de lignes et relié à un premier sélecteur, puis à un second sélecteur, à un connecteur et à l'abonné demandé. Il y a eu seulement quatre organes interposés entre le demandeur et le

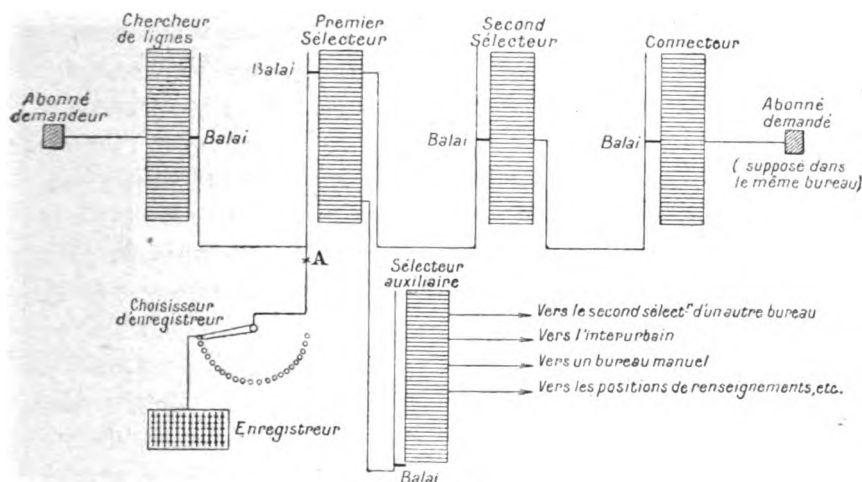


Fig. 8.

demandé — le demandé était supposé dans le même bureau que le demandeur. Pour les abonnés non situés dans le même bureau que le demandeur, la fig. 8 montre que l'on a parfois à ajouter le passage dans un sélecteur auxiliaire, soit au total 5 organes entre le demandé et le demandeur ; ce cas se produit entre bureaux qui n'ont qu'un faible trafic mutuel.

Ces dispositions pourraient s'appliquer aux plus vastes réseaux téléphoniques existant à l'heure actuelle, c'est-à-dire à des réseaux où les numéros des abonnés seraient de la forme GUT. 23-71 (indicatif de bureau formé de 3 lettres et numéro à 4 chiffres). Les dispositions du panel type permettent de faire la sélection avec 5 organes, au maximum ; les dispositions des autres systèmes automatiques exigeraient en pareil cas l'interposition de 8 organes entre le demandeur et le demandé. On voit que l'avantage est tout pour le panel type.

Chaque chercheur de lignes reçoit 300 abonnés, chaque sélec-

teur ou connecteur reçoit 500 lignes. Dans un bureau de 10.000 abonnés par exemple, les 500 lignes de chaque second sélecteur seront partagées en 20 groupes de 25 lignes. Les 25 lignes du groupe 1 aboutiront à 25 connecteurs desservant les abonnés depuis 00.00 jusqu'à 04.99 ; les 25 lignes du groupe 2 serviront à atteindre les abonnés dont les numéros sont compris entre 05.00 et 09.99, et ainsi de suite jusqu'aux 25 lignes du groupe 20 qui atteindront les connecteurs d'abonnés numérotés entre 95.00 et 99.99.

On voit donc que le balai d'un second sélecteur doit pouvoir faire une sélection entre 20 groupes différents et que la division intérieure du travail de sélection n'est pas à base décimale. Or, l'abonné demandeur qui manœuvre son cadran à numéros transmet des numéros écrits dans le système décimal. Il y a là une difficulté qui a été résolue de la façon suivante. Si le cadran à numéros transmet le chiffre 7, il envoie un train de 7 impulsions ; ces impulsions n'agissent pas directement sur les sélecteurs ou connecteurs, mais elles sont reçues par un organe spécial appelé enregistreur et que la fig. 8 montre intercalé entre le chercheur de lignes et le premier sélecteur.

Dans un réseau où les numéros des abonnés sont de la forme GUT. 23-77, l'enregistreur comprendra 7 petits arbres verticaux. Il y a autant d'arbres verticaux que de chiffres significatifs dans le numéro (les lettres G U T correspondent évidemment à 3 chiffres significatifs, comme on s'en rend compte par l'examen du cadran de la fig. 1 — GUT d'après cette figure est synonyme de 488). Chaque chiffre significatif transmis par le demandeur oriente l'arbre correspondant de l'enregistreur dans l'azimut de même rang parmi les 10 azimuts possibles. Quand le numéro est totalement enregistré par l'enregistreur, les contacts électriques assurés par celui-ci sont tels, que la traduction convenable de ce numéro est faite pour la commande ultérieure des sélecteurs et des connecteurs. Les sélecteurs et connecteurs manœuvrent alors, l'abonné demandé est relié à l'abonné demandeur, et, aussitôt, l'enregistreur qui est devenu inutile est déconnecté au point A et peut servir pour d'autres appels. Le nombre des enregistreurs

contenus dans un bureau est donc très inférieur à celui des premiers sélecteurs.

*
* *

Il ne m'est pas possible, faute de temps, d'entrer dans d'autres détails sur la constitution du panel type. Je préfère dire quelques mots au sujet de la coexistence de bureaux manuels et de bureaux automatiques dans les grandes villes. Si les systèmes automatiques sont ceux de l'avenir, les grandes villes sont d'ores et déjà pourvues d'importants réseaux téléphoniques avec des bureaux manuels et il ne saurait être question de remplacer purement et simplement le manuel par l'automatique dans ces réseaux. L'économie et la technique même conseillent de conserver encore quelque temps les bureaux manuels existants et de construire les bureaux nouveaux en automatique de façon à réaliser une transformation progressive. Il y aura donc coexistence de bureaux manuels et automatiques et il se pose des problèmes spéciaux, d'ailleurs faciles à résoudre. Les abonnés sont reliés les uns à l'automatique, les autres au manuel.

D'abord, un abonné de l'automatique peut appeler un abonné du manuel. Dans ce cas il manœuvre son cadran à numéros de

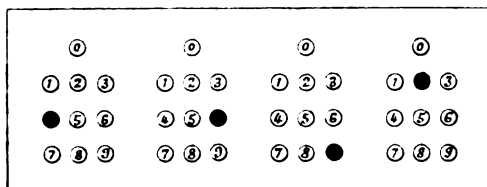


Fig. 9.

la façon ordinaire, le bureau automatique fera automatiquement la sélection du bureau manuel intéressé et même celle d'une opératrice B de ce bureau manuel. Cette opératrice B dessert 48 monocordes munis chacun d'une lampe d'appel et d'une lampe de fin. En outre, il y a devant elle un tableau à indicateur lumineux des numéros appelés (fig. 9). Ce tableau, représenté sur la fig. 9, comprend 4 groupes de 10 lampes à cabochons numérotés,

les lampes de chaque groupe correspondant respectivement aux chiffres des mille, des centaines, des dizaines et des unités. Les opérations de sélection automatique ont pour effet de faire allumer 4 de ces lampes, une dans chaque groupe, pour reproduire le numéro de l'abonné demandé — dans le cas de la fig. 9 ce numéro serait 46-92. Le travail de l'opératrice B est le suivant : quand un monocorde est saisi par un bureau automatique la lampe d'appel de ce monocorde s'allume ; quand l'opératrice B abaisse la clé de ce monocorde la lampe d'appel scintille et c'est à ce moment-là seulement que le numéro demandé apparaît sur le tableau indicateur d'appels. L'insertion de la fiche dans le jack général du demandé libère le tableau indicatif d'appels.

Inversement, un abonné du manuel peut appeler un abonné de l'automatique. Il faut alors disposer de quelques opératrices B dans chaque bureau automatique. Chacune de ces opératrices recevra la demande verbale provenant du côté manuel et y donnera suite en manœuvrant un cadran à numéros, ou mieux, un clavier à numéros dont la manœuvre est plus rapide. Le nombre de lignes auxiliaires desservies par chacune de ces opératrices B peut s'élever jusqu'à 60. Elles sont reliées aux opératrices A des bureaux manuels par des lignes de conversation et désignent, comme d'habitude, elles-mêmes le numéro de la ligne auxiliaire à employer. Quand l'opératrice B a désigné la ligne auxiliaire à employer elle appuie sur une clé dont est munie cette ligne auxiliaire et la raccorde ainsi avec son clavier à numéros, elle compose le numéro demandé sur ce clavier et la sélection automatique de l'abonné demandé se produit, puis, lorsqu'elle est terminée, une lampe de contrôle qui était allumée, s'éteint pourvu que l'opératrice A ait bien pris la ligne auxiliaire. L'opératrice B appuie alors sur une seconde clé pour déconnecter le clavier à numéros de la ligne auxiliaire. Il y a enfin, sur chaque monocorde, une lampe d'occupation qui reste allumée pendant toute la conversation jusqu'à ce que l'opératrice A ait rompu la communication.

Les méthodes d'exploitation peuvent d'ailleurs différer de celle que nous venons de décrire. Si, par exemple, un bureau

manuel a un gros pourcentage de trafic pour l'automatique il peut y avoir intérêt à munir les opératrices A de ce bureau manuel d'un clavier à numéros au lieu de faire intervenir des opératrices B placées au bureau automatique. Si le pourcentage de trafic est moindre, on peut se contenter de donner aux opératrices A du manuel un cadran à numéros et munir simplement les lignes auxiliaires de départ du manuel vers l'automatique d'un double jack pour recevoir soit le cadran à numéros, soit la 2^e fiche du dicorde sur lequel on a déjà pris l'abonné demandeur. Cette solution, extrêmement simple, ne convient, nous le répétons, que dans les cas où le trafic à écouler est minime.

La coexistence des bureaux manuels et automatiques s'affirmera dans l'avenir. Elle existe déjà dans certaines villes et nous devons citer particulièrement la ville de Los Angeles en Californie où existent 94.000 abonnés manuels et 35.000 abonnés automatiques. Le service général y est très satisfaisant.

La téléphonie automatique peut se prêter aux combinaisons les plus compliquées de l'exploitation avec beaucoup de souplesse et je regrette, en terminant cette conférence, de n'avoir pas le temps de m'étendre davantage sur ce sujet dont je ne vous ai donné qu'un aperçu.

ORGANISATION DES SERVICES TÉLÉPHONIQUES SUBURBAINS ET INTERURBAINS A NEW-YORK.

Les localités suburbaines sont réunies à New-York par l'intermédiaire de bureaux de concentration des lignes suburbaines. Il existe trois de ces bureaux de concentration, convenablement situés dans l'agglomération de New-York ; chaque bureau urbain est, d'autre part, relié aux bureaux de concentration des lignes suburbaines et ceux-ci fonctionnent en tandem entre le bureau urbain et le bureau suburbain.

Le fonctionnement en tandem était exclusivement obtenu par les procédés de la téléphonie manuelle jusqu'à l'année 1920. Depuis cette date, l'un des bureaux de concentration des lignes

suburbaines, le plus important d'entre eux, situé dans la « *Lispenard Building* » et destiné particulièrement aux liaisons avec Jersey City, Newark, Hoboken et les localités de banlieue au delà de la rivière Hudson, a été transformé pour fonctionner en bureau tandem à équipement automatique selon le « *panel system* ». Il est en fonctionnement.

Le service suburbain est effectué sans délai d'attente pour l'abonné demandeur, ce résultat a été obtenu en multipliant le nombre des circuits suburbains, grâce à la construction des lignes suburbaines en câbles, ce qui est le seul moyen pratique d'avoir un nombre de lignes disponibles toujours suffisant ; car les câbles offrent une grande capacité de trafic pour un prix d'installation raisonnable.

Les taxes pour les communications suburbaines sont variables suivant la distance et toute communication suburbaine doit, par suite, donner lieu à l'établissement d'une fiche. Dans les cas où l'opératrice chargée d'établir la fiche a besoin de pouvoir vérifier l'identité du demandeur, on peut lui donner la possibilité de faire un test spécial sur un multiplage des troisièmes fils, ou au moyen d'un tableau à indicateur lumineux ; ces procédés conviennent pour un trafic de raccordement important et sont préférables, pour le service suburbain, au rappel du demandeur par l'opératrice suburbaine..

..

Le service interurbain de New-York s'effectue dans un bureau central interurbain. Sauf pour Philadelphie qui est desservi par environ 70 circuits et pour lequel le service est sans délai d'attente, le service interurbain s'effectue par l'intermédiaire d'annotatrices, mais le nombre des circuits et leur utilisation sont toujours tels que le délai d'attente ne dépasse guère quinze minutes et s'abaisse souvent à cinq minutes sur les circuits tels que Boston, Washington, etc. Il faut dire aussi que les tarifs des conversations interurbaines sont très élevés.

L'exploitation par annotatrices est tout à fait analogue à celle qui se fait en France, l'abonné demandeur est rappelé par le

bureau interurbain lorsque son tour de conversation est arrivé.

La préparation des communications se fait par divers procédés, dont l'un, tout nouveau, donnerait, paraît-il, des résultats supérieurs à la préparation par télégraphe approprié. D'ailleurs tous les fils des circuits téléphoniques interurbains sont appropriés, en Amérique, pour une exploitation simultanée au télégraphe pour les communications télégraphiques proprement dites et cela constituerait peut-être une gêne pour la préparation des communications téléphoniques par le télégraphe.

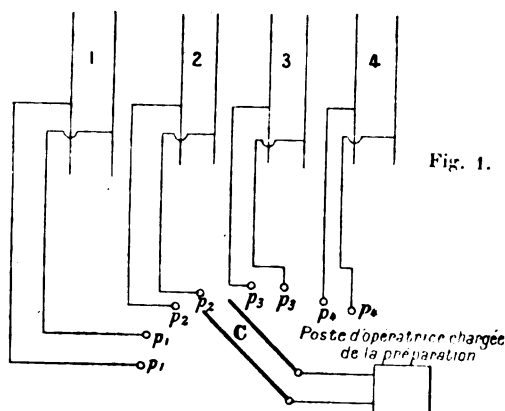


Fig. 1.

Voici la description de ce nouveau système de préparation des communications téléphoniques interurbaines ; on suppose qu'il y a au moins quatre circuits reliant deux localités (fig. 1). Ces quatre circuits portent chacun une dérivation allant vers des plots $p_1 \dots p_4$ sur une table spéciale placée derrière la position d'opératrice desservant les circuits. Un commutateur C permet de passer des plots p_1 aux plots $p_2 \dots p_4$. Une deuxième opératrice, chargée de la préparation, a son appareil monté sur le commutateur C et elle reçoit, pour consigne, d'utiliser les temps de repos des circuits 1, 2, 3, 4 en se mettant constamment sur un circuit libre en suivant l'ordre 1, 2, 3, 4 — 1, 2, etc. pour causer avec sa correspondante. Il paraît qu'avec des opératrices habiles, le rendement de ce système est excellent.

L'appel sur les circuits interurbains a lieu avec du courant alternatif à la fréquence de 133 ω par seconde.

TRAVAUX DE CONSTRUCTION DE LIGNES AUX ÉTATS-UNIS

Par M. CAPERON,
Chef d'ateliers des lignes téléphoniques.

Au cours de ma mission aux États-Unis, je me suis efforcé de connaître et de rechercher les différents types de constructions de lignes téléphoniques aériennes et souterraines existant dans ce pays.

Cette étude, par les travaux que j'ai suivis et auxquels j'assistais chaque jour, m'a permis de faire un choix dans les trois types de construction existant en Amérique.

L'extension considérable que prend le téléphone aux États-Unis a fait sortir un nouveau mode de construction, qui semble être celui de l'avenir.

Je donnerai, dans ce compte rendu des trois types de lignes, un exposé général au point de vue de leur construction et de leur application.

Ces trois types sont :

- 1° lignes souterraines en câble sous plomb par canalisations ;
- 2° lignes aériennes en fil nu ;
- 3° lignes aériennes en câble sous plomb.

Les deux premiers types de construction, qui sont également généralisés en France, diffèrent surtout des nôtres en ce que :

1° Pour la construction des lignes souterraines dans les villes, la société téléphonique possède sa canalisation particulière où seuls ses agents ont accès.

2° Pour la construction des lignes aériennes en fil nu, les artères traversent les propriétés ou dans bien des cas restent sur la propriété privée pour les nécessités du service téléphonique.

Les quelques lignes aériennes construites pendant la guerre par les télégraphistes américains et qui sont des types réglementaires existant aux États-Unis ne sont pas à retenir pour

l'amélioration du réseau téléphonique français. Pour l'exécution d'un travail l'accès est très difficile aux extrémités de la traverse de bois. La consolidation par hauban dans les cultures est préjudiciable aux cultivateurs et contraire aux règlements communaux et d'administration publique.

Reste le 3^e type de construction, la construction de lignes aériennes en câbles sous plomb.

Aux États-Unis les principales villes sont reliées déjà depuis quelques années par des lignes aériennes en câble sous plomb. Ce type de construction présente pour l'extension de nos réseaux téléphoniques un procédé économique.

Présentement ce système ne fait que se généraliser et, dans différentes localités comme à Garden-City à 50 kilomètres de New-York, on ne trouve dans le réseau téléphonique aucun fil nu.

La construction d'une ligne aérienne en câble sous plomb sur une ligne aérienne en traverse à fil nu est une dépense relativement peu élevée.

Présentement aux États-Unis les lignes aériennes ont sur leurs appuis un ou deux câbles sous plomb aérien.

Je citerai encore comme exemple sur la voie ferrée entre New-York et Stamford une ligne à 3 traverses ayant sur ses appuis à la partie supérieure 3 câbles sous plomb aérien à 200 paires.

Tous les câbles sous plomb utilisés en aérien ou en souterrain sont sous papier.

Avant d'exposer les différentes phases des trois types de construction, il est nécessaire de faire connaître les améliorations existant aux États-Unis dans l'outillage des équipes des lignes téléphoniques.

Chaque équipe de construction de lignes aériennes ou souterraines, forte de 8 à 10 hommes avec un chef d'équipe, a un camion automobile à sa disposition.

Ce camion, muni des derniers perfectionnements, possède un outillage complet, qui trouve sa place dans des casiers aménagés sur les côtés extérieurs du camion.

Un dispositif consistant en deux bras de fer, creux à l'extré-

mité, adaptés à l'arrière du camion et consolidés par une jambe de force qui trouve son point d'appui au milieu du camion, sert à l'enlèvement des poteaux, pour le chargement avant le transport et la plantation sur le chantier.

Un treuil, placé derrière le siège du conducteur et actionné par le moteur au moyen d'un accouplage mécanique, permet le chargement et l'enlèvement des plus lourdes charges sans avoir recours à la main-d'œuvre.

Le treuil est à câble d'acier.

Les équipes d'ouvriers sont spécialisées :

ouvrier souterrain — ouvrier câble aérien ;

ouvrier lignes aériennes — ouvrier soudeur ;

ouvrier monteur des installations — ouvrier du service des dérangements.

CONSTRUCTIONS DE LIGNES SOUTERRAINES EN CÂBLE SOUS PLOMB.

La pose des câbles sous plomb en souterrain est différente de ce qu'elle est en France et offre une plus grande sécurité.

Les câbles ne sont pas en égout mais dans des canalisations spéciales appartenant à la société téléphonique où seuls ces agents peuvent avoir accès pour l'exécution des travaux.

Il existe encore des conduites de bois créosoté, mais dans les constructions neuves on pose maintenant des conduites de types multicellulaires faites d'un aggloméré.

Les joints de ces conduites sont faits au ciment et recouverts d'une enveloppe de plomb.

Les chambres de tirage pour la pose des câbles offrent cette particularité que lorsque la plaque est enlevée on se trouve devant une cuvette destinée à recevoir les eaux de pluie ou de lavage de la voie publique. Les chambres de tirage ou de raccordement sont toujours très sèches.

La plaque a dans son milieu une ouverture qui permet le renvoi à l'extérieur des eaux ne pouvant tenir dans la cuvette.

Pour descendre et effectuer les travaux, l'équipe, après avoir enlevé la plaque, vide au moyen d'un récipient cette cuvette.

A chacune de ces ouvertures à écartements assez rapprochés se font les manchons de raccordements et s'effectue le déroulage des câbles.

Déroulage d'un câble souterrain à 600 paires à New-York. — Le déroulage d'un nouveau câble s'effectue toujours entre deux chambres de tirage. Le chef d'équipe fait placer le camion de l'équipe, devant une de ces chambres de tirage après avoir fait décharger la bobine de câble sous plomb devant l'autre chambre. Un fil de fer sert d'aiguille et est glissé dans la canalisation par les ouvriers restés près de la bobine; l'extrémité du fil de fer est raccordée au fil d'acier du treuil du camion automobile de l'équipe.

Le conducteur, sur les instructions que lui donne le chef d'équipe, assure le déroulage du fil d'acier qui est tiré par le fil de fer (ou aiguille) que retirent les ouvriers placés près de la bobine.

A l'extrémité de la bobine on fait une attache spéciale où est fixé le fil d'acier relié au treuil du camion.

Un ouvrier près de la bobine règle le déroulage.

Deux ouvriers, un dans chaque chambre de tirage, aident au passage du câble sous plomb dans la canalisation.

Sur les indications du chef d'équipe le conducteur du camion met son moteur en marche, qui actionne le treuil et entraîne le fil d'acier ainsi que le câble sous plomb qui se trouve relié à son extrémité.

Pour une nouvelle section, le chef d'équipe procède de la même façon.

Après le passage de l'équipe de pose de câble, une équipe de soudeurs fait les manchons nécessaires.

C'est ainsi que j'ai vu poser l'un des 4 câbles à 600 paires qui sont en déroulage pour un de ces grands immeubles de New-York, l'Equitable Life Insurance Bldg, 120 Broadway, maison de 38 étages. — Dans cet immeuble, relié à 3 centraux différents, il y aura à la mise en service : 1 câble à 400 paires et 4 câbles à 600 paires, lignes directes sans compter les postes supplémentaires.

Disposition des câbles au Central. — Pour l'entrée des câbles dans les Centraux téléphoniques, avant les répartiteurs, chaque chambre ou galerie est munie d'un accouplage de ferrure spécialement destinée à recevoir les câbles souterrains de différents diamètres venant de l'extérieur.

Aucun des câbles ne repose contre le mur dans un scellement d'équerres.

Dans cet accouplage de ferrures, des ouvertures sont faites sur un fer plat d'une épaisseur de 2 cm. 5 et des pattes mobiles de longueurs différentes pour recevoir un ou deux câbles, sont fixées à la demande au moment de l'exécution des travaux pour mettre le câble dans une position horizontale.

Toutes les pattes sont mobiles.

MAGASIN, DISTRIBUTION DU MATÉRIEL AUX ÉQUIPES, CHARGEMENT SUR LES CAMIONS.

Les magasins des services téléphoniques sont d'une tenue exemplaire. L'accès en est très difficile.

Au cours de ma mission, j'ai assisté à des sorties de matériel des magasins téléphoniques de Brooklyn.

Le garde-magasin, qui a grade de chef d'équipe, a sous ses ordres de vieux ouvriers fatigués ou blessés et chacun de ces hommes en dehors des distributions assure dans le magasin un travail déterminé.

Aucun objet ne sort du magasin sans une autorisation écrite du chef d'ateliers.

La manipulation du matériel est surtout faite avec beaucoup de précautions.

Les casiers pour le petit matériel et l'outillage sont disposés pour une remise rapide à une équipe qui se ravitaille.

Le chargement du matériel dans le camion automobile de l'équipe est assuré par le chef d'équipe.

Après la réception du matériel nécessaire indiqué sur le bon, le chef d'équipe signe la sortie et la prise en charge sur le livre du magasin.

CONSTRUCTION DE LIGNES AÉRIENNES EN FIL NU.

La construction américaine des lignes aériennes a été introduite en France par les télégraphistes américains lors de la guerre.

Les mêmes méthodes dans la construction, dans l'écartement des appuis, dans la consolidation, etc. sont suivies dans leur construction de lignes aériennes.

Les lignes traversent les propriétés ou quelquefois sont plantées sur une culture pour les nécessités du service téléphonique.

L'accès aux extrémités de traverses pour un travail déterminé n'est pas pratique.

Pour la construction des lignes aériennes en fil nu, elle peut être facile et relativement bon marché aux États-Unis parce que le bois est bon marché et qu'il existe de très grandes forêts.

La construction de nos lignes aériennes sur voie ferrée, sur route et dans les réseaux avec le matériel Lorain possède, avec son matériel léger d'un emploi facile, une plus grosse capacité de rendement.

CONSTRUCTION DE LIGNES AÉRIENNES EN CÂBLE SOUS PLOMB.

La construction des lignes aériennes en câble sous plomb semble être l'avenir dans la construction des lignes téléphoniques de grande distance et aussi des réseaux téléphoniques.

Aux États-Unis, le personnel de construction, disposant de moyens exceptionnels, effectue la pose d'un câble sous plomb aérien dans les meilleures conditions.

Pour chacune des grandes branches de construction, le camion automobile de l'équipe est utilisé :

- 1° Chargement et transport des poteaux ;
- 2° Distribution des poteaux et du matériel ;
- 3° Perforation et plantation ;
- 4° Pose du toron de fil de fer supportant les crochets où reposera le câble ;

5° Pose des crochets et manchons (aiguille);

6° Déroulage et pose du câble sous plomb aérien.

1° Chaque équipe de construction dispose d'un camion automobile approprié et permettant le chargement des poteaux de 12 et 15 mètres par un groupe de 4 ou 5 hommes.

La manipulation des poteaux s'effectue mécaniquement au moyen de la mise en marche du moteur; les poteaux dans le transport sont placés sur une remorque à deux roues fixée au camion.

Les poteaux utilisés aux États-Unis pour la construction des lignes téléphoniques sont en bois très dur, cèdre ou châtaignier.

Pour la manœuvre des poteaux, les ouvriers utilisent un outil où ils ne courent pas le risque de se faire prendre les doigts. Le manche a la grosseur d'un manche de pioche d'une longueur de 1 m. 20 avec à son extrémité une ferrure où une dent de griffe ressort légèrement. A 30 centimètres de la base une bague de fer fixée autour du manche retient une ferrure mobile ayant la forme d'une griffe que l'on utilise pour monter sur les poteaux.

L'extrémité mobile de cette ferrure possède également à son extrémité une dent de griffe.

2° Pour la distribution des poteaux et du matériel le camion automobile de l'équipe est toujours utilisé; la manipulation dans le chargement et le déchargement sur les chantiers du matériel de construction est faite avec beaucoup de précaution.

3° Dans une construction neuve sur route les fouilles sont faites en terrain à terre franche au moyen d'un dispositif actionné par les moyens mécaniques du camion automobile.

La plantation des poteaux de 10, 12 et 15 mètres ne nécessite que la présence de 4 ou 5 hommes.

Le camion automobile de l'équipe est approprié pour la plantation.

Le poteau, posé par terre et entouré d'un lien, est enlevé par le fil d'acier relié au treuil et guidé par deux ouvriers vers le trou.

Deux ouvriers munis de perches avec à l'extrémité une pointe de fer, le guident dans sa partie supérieure.

Le chef d'équipe donne les instructions nécessaires au conducteur qui actionne le treuil au moyen de son moteur.

La consolidation des appuis dans les courbes et têtes de ligne est effectuée au moyen de haubans. On utilise très peu aux États-Unis la consolidation par jambe de force.

L'écartement des appuis de ligne neuve est de 30, 40 et 50 mètres suivant la grosseur du câble sous plomb aérien qui sera déroulé.

Dans tous les cas l'écartement maximum ne dépasse pas 50 mètres.

4° Pour la pose du toron de fil de fer après la plantation des poteaux et la consolidation, on commence par la fixation d'une ferrure destinée à recevoir le toron de fils de fer galvanisé où seront fixés les crochets.

La ferrure ressemble comme principe de serrage à la mâchoire Maufroy.

Le serrage après le déroulage du toron s'effectue sur 3 boulons, celui du milieu agissant plus spécialement pour la fixation de la ferrure au poteau qu'il traverse de part en part. Les deux boulons extérieurs sont serrés à bloc après que le toron de fils a été tendu et la tension réglementaire obtenue pour supporter le poids du câble sous plomb aérien qui doit être posé.

Le toron de fils de fer galvanisé est constitué par un groupe de 5 ou 7 fils de fer de 3 mm. cordelés ensemble ; au début d'une construction, les extrémités du toron sont fixées au poteau, consolidées par un tour complet du poteau qui dans cette partie se trouve recouvert d'une ferrure appropriée. Les extrémités sont rattachées au toron.

5° Pour la pose des manchons, crochets et aiguille le chef d'équipe forme avec son équipe deux demi-groupes.

Le premier demi-groupe assure la pose des boîtes de distribution sur les poteaux (installation d'un réseau), la pose des manchons sur le toron à l'emplacement des boîtes de distribution.

Le manchon dans lequel passera le câble est fixé au toron par une cordelette. L'aiguille passe dans ce manchon au moment de la pose des crochets.

Le deuxième demi-groupe assure la pose des crochets ou

bagues dans lesquelles sera déroulé le câble sous plomb aérien.

Selon la longueur de la ligne, un ou deux ouvriers montés sur un chariot qui glisse dans le vide sur le toron, fixent des crochets ou bagues galvanisés à un écartement réglementaire. L'écartement et le diamètre des bagues sont variables avec la grosseur du câble.

En effectuant la pose des crochets sur le toron, l'ouvrier assure le passage d'un fil de fer de 3 mm. ou aiguille, que déroule à terre un autre ouvrier. Cette aiguille servira à tirer le fil d'acier relié au treuil du camion automobile au moment du déroulage du câble sous plomb aérien.

6° Déroulage du câble sous plomb aérien. — Après la pose des manchons et bagues sur le toron, le chef d'équipe fait placer la bobine de câble pour en assurer le déroulage.

Le camion automobile de l'équipe se place à une distance de la bobine égale à la longueur du câble enroulé.

L'aiguille glissée dans les bagues est rattachée au fil d'acier du treuil du camion automobile.

Un ouvrier placé près de la bobine de câble tire sur l'aiguille qui entraîne le fil d'acier que laisse dérouler le conducteur.

Une attache spéciale au moyen de fil de fer fixe l'extrémité du câble sous plomb au crochet du fil d'acier.

Au commencement de la ligne deux poulies superposées sont fixées au toron près du premier appui pour aider au déroulage du câble.

Un ouvrier monté sur le poteau guide et aide au passage.

Les appuis d'angles sont munis de poulies de bois pendant le déroulage.

Un ouvrier muni d'une perche suit le câble pour son passage dans les bagues ou crochets.

Deux ouvriers restent à la bobine de câble, un autre muni d'une boîte à graisse et d'un pinceau graisse le câble pendant le déroulage pour aider au passage dans les bagues et manchons.

Quand chacun des ouvriers est à sa place, le chef d'équipe fait les signaux nécessaires au conducteur du camion automobile de l'équipe.

Celui-ci met son moteur en marche et actionne le treuil où se trouve enroulé le fil d'acier qui tire dans les bagues le câble sous plomb aérien.

Le câble sous plomb aérien déroulé, l'équipe effectue les mêmes travaux sur la section suivante.

Avant son départ, le chef d'équipe visite cette section (emplacement des crochets ou bagues, des manchons, ramassage du matériel, etc.) et dans son rapport journalier donne au chef d'ateliers livraison de la section de ligne terminée.

Le chef d'ateliers dirige alors une équipe de soudeurs sur les lieux pour la confection des manchons de raccordement en ligne et des manchons sur les boîtes de distribution.

Consolidation des manchons. — Après l'établissement d'une ligne en câble sous plomb aérien, les manchons de distribution et de raccordement étant terminés on consolide au moyen d'une attache avec une corde spéciale que l'on passe une dizaine de fois du toron au câble ou au manchon et bride ensuite dans son milieu.

Les extrémités du câble relié au manchon et le manchon sont ainsi consolidés.

Les mêmes précautions sont applicables au câble dans les courbes et dans les angles.

Boîtes de distribution ou de coupures. — Les boîtes de distribution dans les réseaux téléphoniques sont prêtes à être reliées directement au câble sous plomb aérien. A la partie supérieure de la boîte est raccordée une longueur d'environ 3 à 4 mètres de câble contenant le nombre de paires de fils correspondant à la boîte et devant être prise dans le câble qui ensuite sera recouvert du manchon et soudé.

DISTRIBUTION DES CIRCUITS APRÈS LA BOÎTE DE COUPURES.

Les câbles utilisés aux États-Unis pour le raccordement entre la boîte de coupures et le paratonnerre (domicile de l'abonné) sont du modèle existant en France dans les stocks américains et en dépôt dans les divers magasins de la région de Paris.

Ces câbles, d'un isolement parfait, sont à un conducteur sous caoutchouc et coton tressé.

Ils sont cordelés par deux et constituent un circuit d'abonné.

Les câbles en sortant de la boîte de coupures passent dans des crochets galvanisés vissés au poteau et sont distribués sur une traverse de bois fixée à la partie supérieure du poteau (environ 25 centimètres de la tête).

Sur la traverse sont fixées des poulies en porcelaine qui assurent la direction de chacune des paires de câbles. La ligne se continue jusqu'au paratonnerre avec comme point d'appui des crochets galvanisés ou des poulies en porcelaine.

DÉRANGEMENTS DE LIGNES.

Chaque jour les dérangements sont centralisés dans un secteur. Un agent du service des mesures donne l'emplacement du dérangement au moyen des appareils.

Chaque ouvrier appartenant au service des recherches est suivi dans son travail au moyen d'un tableau à fiches où son nom se trouve épinglé.

Aucun dérangement ne lui sera à nouveau transmis sans un nouvel essai de la ligne par l'agent des mesures constatant la relève du dérangement.

Les dérangements sur les lignes à grandes distances sont toujours relevés dans les 24 heures.

La sensibilité des appareils et les connaissances techniques du personnel des mesures donnent dans tous les cas et avec une erreur inférieure à 200 mètres l'emplacement du dérangement affectant la ligne.

Les ouvriers chargés de ce service sont spécialisés et ne sont affectés qu'après avoir effectué un stage donnant toute satisfaction.

..!

Comme conclusion à l'exposé ci-dessus et pour l'application en France des méthodes américaines de construction des lignes téléphoniques, deux seraient à retenir :

la ligne souterraine par canalisation,
le câble sous plomb aérien.

La ligne souterraine par canalisations dans les villes offre une plus grande sécurité des lignes téléphoniques et en même temps pour le personnel l'assurance de la disparition de tous ces accidents causés par le déversement dans les égouts de matières inflammables.

Le câble sous plomb aérien est un nouveau dispositif qui a pris naissance aux États-Unis. Son application généralisée pour les lignes à grandes distances et pour l'ensemble des réseaux est d'un entretien facile et peu coûteux.

L'extension que prend le téléphone dans notre pays appelle, à brève échéance, la suppression de ces vastes toiles d'araignées qui couvrent l'ensemble des départements.

Le câble sous plomb aérien, par sa construction facile, sa grande capacité et son isolement, serait à mettre en application partout où les lignes de haute tension circulent au-dessus de nos artères.

Il y aurait ainsi une plus grande sécurité pour le personnel et un meilleur fonctionnement dans les communications téléphoniques.

Le service des câbles sous-marins français PENDANT LA GUERRE

Le réseau des câbles sous-marins de l'État français est le plus important de tous les réseaux d'État.

Sa longueur totale était au début de la guerre de 12.250 milles ou 22.700 kilomètres environ.

Ces câbles assurent les communications avec les îles du littoral, la Corse, l'Algérie, la Tunisie, le Maroc et l'Afrique occidentale. Ils relient certaines colonies, soit entre elles, soit à la métropole par l'intermédiaire de réseaux étrangers. Enfin la Grande-Bretagne est en communication avec la France par de nombreux câbles télégraphiques et téléphoniques.

Pour mémoire, les câbles français sur l'Amérique du Nord appartiennent à une société privée, la *Compagnie française des câbles télégraphiques*, subventionnée et contrôlée par l'État.

L'entretien du réseau de l'État demanderait un personnel nombreux, une flotte respectable de navires spécialement aménagés, un stock important de câbles, de filin et de matériel.

Le Service des câbles sous-marins de l'Administration, dirigé par un ingénieur en chef, est loin de disposer de telles ressources, et pourtant, outre l'entretien courant, ce service est chargé de toutes les questions intéressant les câbles, des études techniques, du contrôle des opérations confiées à l'industrie. Il fabrique, dans son usine de la Seyne (Var), le câble pour les communications nouvelles et pour l'entretien. Enfin il assure le contrôle de la Compagnie française des câbles télégraphiques.

La pénurie de personnel est telle qu'il est impossible d'armer simultanément les deux navires *Émile-Baudot* et *Charente*, que le service possède aujourd'hui.

Au début de la guerre, le Service ne disposait que d'un seul

bâtiment, la *Charente*, qui, achetée par l'État en 1864 pour le service des transports du corps expéditionnaire du Mexique, est vraisemblablement le navire le plus vieux du monde. Il fut, vers 1871, transformé en câbliez. Son outillage est très convenable, quoique moins perfectionné que celui des câbliers modernes. Mais c'est un petit navire, dont la longueur ne dépasse pas 68 mètres et le déplacement 1.600 tonnes. Les soixante-quinze personnes qui vivent à bord pendant les campagnes y sont un peu à l'étroit.

Le navire file 10 nœuds, tient admirablement la mer ; il est entretenu soigneusement, mais il est arrivé à un certain degré d'usure.

La *Charente*, alors en station à la Seyne, était affectée spécialement aux câbles de la Méditerranée.

Pour les câbles côtiers de la Manche et de l'Océan, le Service ne disposait d'aucun bâtiment. L'entretien a été assuré par des moyens de fortune, à l'aide de remorqueurs, ou de petits vapeurs empruntés à la marine nationale ou au service des phares et balises. Ces bateaux gardaient leur équipage habituel et embarquaient un ou deux fonctionnaires, et trois ou quatre maîtres et matelots du Service.

Les travaux, sur ces bâtiments dépourvus de dispositifs spéciaux, sont singulièrement délicats. S'ils sont très économiques pour l'Administration, ils sont fort pénibles pour le personnel.

Dès que les fonds deviennent tant soit peu importants, un navire câbliez est nécessaire ; d'où la nécessité de faire appel à des navires étrangers. C'est ainsi que furent employés les navires anglais *Dacia*, *Velconia*, *John Pender*, etc...

On peut se demander pourquoi tel navire câbliez en station au Havre, et appartenant à une société française, ne fut pas utilisé ; par contre, il fut, en 1916, transformé en cargo contrairement à l'avis du service des câbles. Il paraît qu'on manquait alors de cargos... ; mais on s'aperçut aussi plus tard qu'on manquait de câbliers!...

Les approvisionnements seuls étaient suffisants. Le stock de câble était normal et l'usine de la Seyne avait en dépôt près

de 400 kilomètres d'âme et une certaine quantité de fils de fer.

Dès le début de la guerre, l'usine fabriquait dans des conditions très économiques 150 kilomètres de câble de grand fond et quelques kilomètres de câbles divers, utilisant entièrement le stock de fil de fer. Et de toute la guerre il fut impossible d'entreprendre une nouvelle fabrication, tout le fil de fer étant réservé aux besoins immédiats de l'armée.

Une fourniture par priorité n'eût été justifiée aux yeux des services de défense nationale, qu'en cas de longue interruption de communications importantes. Sauf un, tous les câbles interrompus furent réparés : on utilisa même les câbles relevés et réservés au dépeçage, qui furent immergés non sans peine mais avec des résultats satisfaisants.

Les filins et le matériel spécial étaient en quantité suffisante.

La faiblesse des moyens d'action ne permettait pas de s'occuper de tout le réseau. Le service s'efforça de maintenir constamment les communications en Méditerranée et sur le littoral, et y parvint. On continua à laisser à des compagnies anglaises la réparation des câbles coloniaux. Pour certains travaux urgents, la *Charente* étant occupée, on dut louer des navires anglais dont les opérations étaient généralement suivies sur place par un fonctionnaire du service.

Il serait fastidieux de donner le détail de toutes les campagnes dirigées ou contrôlées par le service. Le seul énuméré des travaux est donné à la fin de cet article.

Il est à remarquer qu'aucune interruption de nos câbles, pendant la guerre, ne fut directement le fait de l'ennemi. Mais il n'était pas indispensable de couper les câbles pour troubler les communications, il suffisait d'empêcher ou tout au moins de gêner les réparations, et cette tactique fut largement employée par les Allemands.

Les navires câbliers furent très menacés ; à mesure que se développait la guerre sous-marine, leurs travaux devinrent plus délicats. Les câbliers ne naviguèrent plus sans escorte spéciale de chalutiers et de torpilleurs, mais ils n'en restaient pas moins vulnérables, obligés de séjourner dans la région des réparations et contraints d'évoluer à faible allure au cours des travaux.

Plusieurs n'évitèrent qu'à peine le torpillage, deux furent coulés : le *Monarch* près de Folkestone, le *Dacia* torpillé dans la rade de Funchal en décembre 1916. Le premier, appartenant au Post Office, réparait un câble franco-anglais. Le second était affrété par l'Administration française et avait à bord un ingénieur du Service des câbles.

Il est bon de rappeler à ce propos que les deux grands câbliers allemands livrés aux alliés ne furent attribués ni à la France ni à l'Angleterre.

Si la guerre n'eut pas d'influence directe sur les interruptions des câbles du réseau, l'utilisation de grands câbles allemands, coupés en pleine mer par les câbliers anglais dès les premiers jours d'août 1914, vint apporter à l'exploitation une aide d'ailleurs fort intéressante.

Une communication Brest-Casablanca fut réalisée en 1915 par l'utilisation du câble allemand Emden-Teneriffe. Ce dernier câble, coupé au large d'Ouessant, fut relié à Brest à l'aide des sections relevées en Manche ; vers le sud, le câble, coupé au nord de Tenerife, fut relevé sur 350 mille environ et reposé immédiatement vers Casablanca.

Ce n'était pas la première fois qu'on relevait du câble pour l'utiliser, mais l'opération n'avait jamais été faite que par petits fonds et pour des sections relativement faibles. Pour Brest-Casablanca, les fonds dans le sud atteignaient 4.000 à 5.000 mètres.

L'opération fut effectuée par le navire anglais *Dacia* loué par l'Administration, et fut suivie par le service des câbles.

Le Maroc put être ainsi relié directement à la France par un excellent câble, dont la constante de temps n'est que très peu supérieure à celle du câble Marseille-Oran, et qui sera prochainement exploité au baudot.

En 1916, des travaux analogues furent poursuivis sur le câble allemand Tenerife-Monrovia qui devint Casablanca-Dakar. Plus de sept cents milles de câble furent relevés par 4.000 mètres de fond et reposés. Cette opération fut suivie par un ingénieur du service dans les mêmes conditions que la précédente.

Des opérations du même ordre avaient permis de constituer les communications Saint-Nazaire-Birling Gap, Brest-Cherbourg, Cherbourg-Dunkerque.

Enfin une des œuvres les plus importantes du Service des câbles fut l'étude, le contrôle et la mise au point du nouveau navire câblé en 1916 et 1917.

En 1916, un navire câblé était en chantier pour le Post Office, et l'Administration, pour aboutir vite, commanda à Swanhunter et Richardson à Newcastle un câblé identique.

Mais le navire du Post Office devait travailler par petits fonds, et le câblé français par 3.000 mètres de fond. Le Service des câbles sous-marins dut modifier complètement le plan des emménagements, prévoir des cales à bouées, des puits à filin, des logements pour dix hommes de plus, et assurer le contrôle de la construction dans les chantiers de Newcastle.

L'*Émile-Baudot*, livré en 1917, est un peu plus long que la *Charente*. Une description plus complète sera donnée ultérieurement. On signalera seulement la salle d'essai, tout entière installée par le Service des câbles. Sans entrer dans les détails, on peut noter les qualités essentielles : *simplicité*, qui n'est pas sans mérite puisqu'elle n'était jamais réalisée dans les cas analogues ; *clarté*, toutes les communications étant apparentes ; *sécurité* : les deux installations permanentes (mesure d'isolement et capacité, et mesure de résistance), bien qu'ayant le même shunt et le même galvanomètre, sont isolées par des commutateurs de pile et de galvanomètre qui suppriment toute possibilité de mélange.

Les commutateurs, clefs de pile, tableaux ont été fabriqués à la Seyne sur les plans établis par le service.

Les quelques ouvriers de l'usine n'ont pas borné leur activité à fabriquer ces appareils. Ils ont à tour de rôle embarqué comme mécaniciens sur les deux câblés. Utilisant le petit outillage qui sert normalement pour l'entretien des machines et des navires, l'usine a fabriqué pour la Direction d'artillerie navale de Toulon : près de 6.000 porte-mécanisme d'obus de 210 et

240^{mm}, des mises à feu pour grenades sous-marines, des calibres au 1/100 pour la vérification des obus de 75^{mm}.

Pas une pièce n'a été rebutée.

Le Service des câbles sous-marins français a pu ainsi remplir sa tâche pendant la guerre dans des conditions difficiles, malgré la guerre sous-marine, malgré les mines qui rendaient particulièrement délicats les travaux côtiers.

Cet effort, qui a passé trop inaperçu, n'a manqué ni d'envergure ni de danger.

TRAVAUX A LA MER EXÉCUTÉS OU CONTROLÉS PAR LE SERVICE DES CÂBLES SOUS-MARINS

1914

Réparation du câble	des îles Sanguinaires.	22 août au 28 août	Charente
—	Antibes-St-Florent...	29 août au 2 sept.	—
—	Brest-Dakar.....	16 au 30 sept.	Dacia
—	Toulon-Ajaccio.....	5 nov. au 9 nov.	Charente
Pose	Giens-Porquerolles..	10 nov. au 12 nov.	—
Réparation	Marseille-Oran.....	16 nov. au 26 déc.	—
—	Oran-Tanger.....	27 déc. au 3 janv.	—

1915

Réparation du câble	Oran-Tanger.....	12 fév. au 25 fév.	Charente
—	Tanger-Cadix.....	26 fév. au 5 mars	—
—	Marseille-Alger 1880	6 mars au 13 avril	—
—	Marseille-Alger 1871		
—	Marseille-Alger 1879	9 au 13 mai	—
—	Endoume-Ratoneau..	le 14 mai	—
—	Quiberon-Belle-Ile..	28 juin au 12 juil.	Bonsonge
—	Marseille-Bône, n° 4 (câble-anglais).....	18 au 20 juil.	Charente
—	Oran-Tanger.....		
—	Tanger-Cadix.....	7 au 26 août	—
Travaux sur le câble allemand Emden-Ten-		29 juil. au 19 déc.	Dacia
riffe et pose du câble Brest-Casablanca.			
Réparation du câble	St-Nazaire-Birling Gap	11 au 16 oct.	Bonsonge
—	Oran-Tanger.....	20 déc. au 13 janv.	—
—	Tanger-Cadix.....		
Travaux sur le câble	Groix-Gavres.....	14 au 18 sept.	—
Réparation du câble	Molène-Continent...	23 sept. au 4 oct.	Haleur
—	Toulon-Ajaccio (câble de rade).	7 au 15 oct.	Charente

1916

Réparation du câble Brest-Cherbourg . . .	14 au 28 janv.	Dacia
Travaux sur les câbles allem. en Manche..	29 janv. au 6 fév.	—
— de l'île d'Yeu	6 au 11 fév.	Titan
Réparation du câble Marseille-Alger 1879.	17 fév. au 13 mars	Electra
— Oran-Tanger		
— Ouessant-Continent..	17 au 30 avril	John Pender
Travaux sur le câble Molène-Ouessant . . .		
Réparation du câble Antibes-St-Florent . .	13 au 20 mai	Dromadaire
— des îles Chausey		
— Brest-Cherbourg	23 mai au 21 juin	Dacia
— Cherbourg-Dunkerque		
— Antifer-Beachy Head.		
— de l'île d'Yeu	25 au 30 mai	P.-Lefermé
— de l'île du Pilier		
— téléphonique Quibe-		
— ron-Belle-Ile	31 mai au 12 juin	Bonsonge
— Belle-Ile-Houat		
— de l'île de Ré	22 au 24 juin	Lama
— Marseille-Oran	25 juil. au 10 août	Hirondelle
Trav. sur le câble allem. Tenerife-Monro-		
via et pose du câble Casablanca-Dakar..	13 juil. au 3 déc.	Dacia
Réparation du câble Toulon-Ajaccio (2 ré-		
parations)		
Réparations de 3 câbles Endoume-Rato-	22 oct. au 24 nov.	Charente
— neu		
— du câble de l'île du Levant		
— Toulou-Ajaccio (câble		
de rade)	5 au 9 déc.	—

1917

Réparation d'un câble de l'île de Ré	15 au 22 fév.	Lama
— du câble des îles Chausey		
— Ouessant-Molène		
— Ouessant-Continent..	28 avril au 13 mai	Telconia
— de l'île de Groix		
— des îles Glénans		
— Marseille-Bône, n° 1		
— (anglais)		
— Marseille-Barcelone		
— (anglais)	30 juin au 6 juil.	Charente
Changement de tracé du câble Toulon-Ajac-		
cio (câble de rade)	16 au 25 août	—
Réparation de 2 câbles de l'île de Ré	1er au 11 nov.	Lama

1918

Réparation du câble St ^e -Marguerite-St-Ho-		
norat	14 au 26 mai	Dromadaire

Réfection partielle du câble des îles Chau- sey.....	30 mai-20 juil.	E.-Baudot
Réparation du câble Ouessant-Continent..		
— Ouessant-Molène....		
— Quiberon-Belle-Ile...		
— Hoedick-St-Gildas...		
— de l'île du Pilier.....		
Travaux sur le câble St-Naz.-Berling Gap..		
Réparation du câble Marseille-Oran.....	27 sept. au 19 oct.	Charente
— Marseille-Tunis.....		
Pose du câble de l'île du Grand-Ribaud...		
— de l'île du Grand-Rouveau..		
Réparation d'un câble de l'île de Ré.....	5 au 17 nov.	Lama
— de l'île d'Oléron.....		
Travaux sur le câble Moleni-Continent....	11 au 20 nov.	E.-Baudot
Réparation du câble Marseille-Bône, n° 2..	27 nov. au 10 déc.	Charente
— Marseille-Alger 1871.		
— Livourne-Maccinaggio		
1919		
Réparation du câble Hoedick-St-Gildas...	6 au 26 janv.	E.-Baudot
Travaux sur le câble Brest-Saint-Pierre...		
Réparation du câble Molène-Continent...		
— Brest-Dakar.....	4 au 15 fév. et	—
— des îles Chausey.....	25 fév. au 22 mars	
— de l'île d'Aix.....	28 mars au 4 avril	
— de l'île de la Seudre..	12 avril au 8 mai	Lama
— de l'île du Pilier....		
— de deux câbles de l'île		
d'Oléron.....		
— Marseille-Oran.....	7 au 12 mai	Charente
Travaux sur le câble Antibes-St-Florent...	19 juin au 28 juil.	E.-Baudot
Réparation du câble des îles Sanguinaires.		
Essais de sondage au son par grandes pro- fondeurs.....		
Réparation de 3 câbles de l'île de Ré.....	20 août au 17 sept.	Charente
— du câble île d'Aix-île d'Oléron.		
— de l'île de Groix.....		
— Quiberon-Belle-Ile...		
— Hoedrik-St-Gildas...		
— Antibes-St-Florent...	20 au 27 oct.	E.-Baudot
Travaux sur le câble Marseille-Alger 1871.	4 au 24 nov.	—
Changement à Oran des atterrissements		
des câbles de Marseille et de Tanger...		
Travaux sur le câble Marseille-Alger 1871.	10 au 20 déc.	—
	21 au 27 déc.	—

L'Emile-Baudot et la Charente sont les deux navires du Service des câbles sous-marins.

Le *Lama*, le *Hâleur*, le *Titan*, le *Bonsonge*, le *Dromadaire* sont des petits bâtiments de la marine nationale.

Le *Paul-Lefermé* est le baliseur de Saint-Nazaire (Ponts et Chaussées).

Le *Dacia*, le *Telconia*, le *John Pender*, l'*Electra* sont des navires câbliers anglais.

L'AVENIR DE L'INDUSTRIE DES CABLES SOUS-MARINS EST-IL RÉELLEMENT COMPROMIS ?

D'après une opinion fort répandue, l'Industrie des câbles télégraphiques sous-marins subirait actuellement un temps d'arrêt ; les fabrications seraient ralenties et l'on hésiterait à entreprendre la réalisation de nouvelles communications.

Cette crise serait provoquée par la rareté et la hausse formidable des matières premières, et l'avenir incertain d'une industrie qui serait menacée par les progrès réalisés dans un autre domaine.

Il n'en est rien : la guerre a désorganisé l'industrie des câbles sous-marins partout où l'on n'a pas su conserver précieusement le personnel spécial, forcément rare, et dont la formation est longue et délicate.

En Angleterre, cette industrie est toujours prospère. La Société Siemens Brothers de Londres, la « Telegraph Construction and Maintenance Cy » qui ont pu disposer plus facilement des matières premières, n'ont subi aucun ralentissement de leur importante production du temps de guerre.

L'« India Rubber and Gutta Percha Company » dont la fabrication s'est trouvée bien moins considérable, qui a perdu par suite de naufrages ou de faits de guerre ses trois navires câbliers n'en a pas moins conservé son nombreux personnel, aussi bien l'état-major et les spécialistes de ses navires que les techniciens de ses usines. D'autre part l'apreté avec laquelle fut discutée l'attribution des câbles allemands cédés par le traité de Versailles, les difficultés entre le Japon et les États-Unis au sujet des îles du Pacifique, points d'atterrissements importants, montrent l'intérêt que les grandes nations attachent aux lignes télégraphiques sous-marines.

Et il ne s'agit pas seulement de communications stratégiques,

pour lesquelles les considérations économiques sont secondaires : les communications d'ordre commercial où interviennent le prix de revient et la rémunération des capitaux engagés, se développent constamment.

La Compagnie « Eastern Telegraph » (1) vient de terminer en mars 1921, la pose commencée en 1919, de huit câbles dont la longueur totale est supérieure à 6.500 milles et qui constituent une même communication entre l'Angleterre et les Indes.

Il est bon de signaler que l'Angleterre et les Indes étaient déjà reliées par quatre câbles sous-marins distincts appartenant à la même compagnie « Eastern Telegraph ».

La cinquième communication dont la longueur est plus de treize fois supérieure à celle d'un câble France-Algérie, et dont le prix n'est guère inférieur à deux millions de livres, a été entreprise et exécutée avant la baisse récente des métaux.

Quant à la gutta, elle est toujours rare et son marché restreint, mais il est possible tout de même de s'en procurer. Les constructeurs de câbles sous-marins qui ont su conserver leur place sur le marché de la gutta, qui se sont gardés de congédier leurs techniciens, qui en un mot ont su prévoir l'avenir sont demeurés prospères.

(1) *Post Office Electrical Engineers Journal* (avril 1921).

LES ENSEIGNEMENTS DE LA GUERRE

au point de vue de la télégraphie militaire (1).

Par le capitaine du Génie TOCHÉ.

On entend souvent dire que la dernière guerre a été une guerre de transports, une guerre de chemin de fer.

On pourrait dire aussi justement qu'elle a été une guerre de télégraphe et de téléphone : c'est qu'en effet, si les armées alliées ont été victorieuses, c'est — en mettant à part bien entendu la bravoure de leurs soldats — c'est qu'elles ont montré autant de maîtrise dans l'utilisation des moyens de transport et des moyens de liaison électriques que dans la mise en œuvre de leurs engins meurtriers : tanks, canons, avions, etc.

Aussi, l'étude des enseignements de la guerre passée, comme les *prévisions* que l'on a pu faire dès à présent, sur la forme probable d'une nouvelle guerre, ont-elles amené le commandement à attacher une importance absolument primordiale au bon fonctionnement du téléphone, du télégraphe et des moyens de liaison radio-électriques aussi bien dans la zone avant exploitée par les télégraphistes militaires, que dans la zone arrière et à l'intérieur de la France, où l'exploitation est assurée par l'Administration des Postes et Télégraphes.

A vrai dire, cette notion n'est pas nouvelle ; on était convaincu avant la guerre de l'importance des liaisons électriques et de la nécessité d'une coopération intime entre les télégraphistes civils et militaires ; on en était convaincu ici même, où dès le mois de novembre 1911, le colonel Biais, professeur à l'École de Guerre, était venu à la demande de l'Administration des Postes et Télégraphes faire deux conférences sur la télégraphie militaire.

(1) Conférence faite, le 29 janvier 1921, à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes.

J'ai trouvé dans ces conférences d'avant-guerre des vues extrêmement justes, presque prophétiques, sur le rôle que les liaisons étaient appelées à jouer en cas de guerre dans la Nation armée :

« Je désire, Messieurs, disait le colonel Biais, vous faire bien saisir les idées directrices de notre travail en commun dans l'avenir.

« Je viens de prononcer le mot de « Nation armée ». Il représente, Messieurs, quelque chose de terrifiant et d'inconnu, un monstre nouveau sous le soleil.

« Que la guerre éclate demain : voilà nos 20 corps d'armée, plus d'un million de combattants, qui vont se ruer à la frontière, de la Belgique aux Alpes ; au milieu d'eux, des camps retranchés, avec des garnisons nombreuses ; — en arrière, des formations de réserve, toute l'armée territoriale, plus d'un million d'hommes encore ; sur le territoire, les hommes les plus âgés, les adolescents, les femmes même, déployant une activité fébrile dans toutes les industries, tous les commerces nécessaires à la guerre : métallurgie, mines, équipement, alimentation, etc.

« Cette machine formidable, comment fonctionnera-t-elle ? Son fonctionnement n'a jamais été essayé, et cependant c'est tout l'avenir de notre pays qui en dépend.

« Pour que cette masse gigantesque ne reste pas une chose amorphe, lourde et impotente, pour en faire un fauve souple, prêt à bondir et à mordre, il faut *l'animer*, lui donner un *système nerveux*, portant les ordres du cerveau jusqu'aux derniers organes, et ramenant de l'extérieur toutes les sensations de contact, tous les *renseignements*. Pour cela, nous serons obligés de recourir à tous les moyens de communication, sans en excepter un seul, depuis l'humble piéton de jadis, le cavalier et le cycliste, jusqu'aux automobiles, aux pigeons-voyageurs, aux dirigeables, aux avions, à la télégraphie sous toutes ses formes.

« Chacun de ces procédés a ses qualités et ses défauts ; il faut les employer tous, et encore bien souvent, malgré tout, ils nous feront tous défaut. »

Messieurs, le travail de préparation fait en commun avant la

guerre par la télégraphie civile et la télégraphie militaire a été bon, car si la dernière phrase que je viens de citer qui prévoit la faillite de tous les moyens de liaison s'est parfois trouvée juste sur la ligne de feu, si l'on a dû faire appel comme dernière ressource à l'homme à pied, au *coureur*, pour assurer la liaison entre le commandant de compagnie d'infanterie et son chef de bataillon, la situation a été généralement bien meilleure un peu plus en arrière, à partir de l'échelon du régiment.

En particulier pour les grandes liaisons dont je vais m'occuper spécialement ici, liaisons entre grands *états-majors*, *groupe d'armées*, *armées*, liaisons des *armées vers l'intérieur*, on peut dire que leur fonctionnement a été excellent.

On me dira qu'il est toujours plus facile d'assurer de bonnes liaisons quand on est en dehors de la zone exposée au feu de l'ennemi. Cela n'est pas toujours exact ; je le prouverai par un seul exemple tiré de ce qui s'est passé chez les Allemands en 1914 au moment de la bataille de la Marne.

Nous savons aujourd'hui de source certaine que si la première armée allemande, l'armée Von Kluck, s'est imprudemment engagée les premiers jours de septembre 1914 dans la poche formée au sud-est de Paris par les armées franco-britanniques, c'est parce que les liaisons par fil étaient rompues entre le G. Q. G. allemand installé à Luxembourg et le Q. G. de l'armée allemande. Il ne subsistait qu'une liaison par T. S. F. entre ces deux états-majors et je sais par expérience, pour avoir moi-même à cette époque capté les radiotélégrammes allemands, combien cette liaison était mauvaise.

Le résultat, c'est que Von Kluck a défilé devant Paris sans sentir l'orage qui s'amassait à sa droite du fait de la formation de l'armée Maunoury ; le grand état-major allemand qui, lui, était renseigné par ses espions sur la création de cette armée de Paris, sur son renforcement par des troupes venues de Lorraine, n'a pas pu prévenir à temps la première armée. Von Kluck n'a eu les yeux ouverts sur la situation critique que le 5 septembre au soir par l'arrivée d'un officier de liaison venu de Luxembourg : c'était le coureur dont nous parlions tout à l'heure, l'ultime res-

source quand la liaison électrique est rompue. Mais celui-là est arrivé trop tard, car ce même 5 septembre à 10 heures du matin, l'armée Von Kluck avait été attaquée presque dans le dos par le général Maunoury.

Voilà, Messieurs, un exemple qui montre que les liaisons arrière ne sont pas toujours faciles à assurer et qui montre aussi quelle est leur importance.

On pourrait citer bien d'autres faits particuliers qui nous fourniraient des enseignements intéressants, mais le temps me manque et j'en arrive à quelques considérations d'ordre général sur la dernière guerre.

Quelques traits caractéristiques de la guerre de 1914. — Si l'on compare la guerre de 1914 aux guerres du passé, on y trouve plusieurs particularités qui ont eu une répercussion profonde sur les services qui nous intéressent, télégraphe, téléphone, T.S.F.

1^o La guerre était une *guerre de coalition*, et sur notre territoire même il y a eu action simultanée de plusieurs armées alliées sur un front extrêmement étendu.

La distance considérable entre les divers organes des armées a fait que le commandement et la liaison *entre armées* étaient des problèmes très délicats que seul un fonctionnement parfait des moyens de transmission a permis de résoudre. Le problème était encore plus compliqué quand il fallait relier des armées de nationalité et de langue différentes.

2^o La guerre a été une *guerre de siège* et une *guerre de matériel* : il a fallu ravitailler des armées innombrables, en vivres, en munitions, en outils, en matériel défensif. Il a fallu fabriquer tout ce matériel, rassembler les approvisionnements, faire des stockages et enfin envoyer à chaque unité du front exactement ce dont elle avait besoin. Il y a eu, à ce propos, des communications incessantes entre le front, les ministères, les usines, les entrepôts, les gares, les ports. C'était le fonctionnement de la nation armée, évoqué tout à l'heure, et vous vous rendez compte de ce qu'il a fallu demander au télégraphe et au téléphone pour que ce fonctionnement soit parfait.

3° Le facteur *transport* a acquis, comme nous l'avons déjà noté, une importance capitale sur les opérations. Dans l'*offensive* comme dans la *défensive*, toute la stratégie consistait à amener en temps voulu des paquets de divisions dans tel ou tel secteur du front : il fallait toujours aller très vite surtout quand il s'agissait d'arrêter l'ennemi ; le jeu intensif des moyens de transport indispensable pour obtenir cette rapidité n'était possible que par un usage constant du télégraphe et du téléphone ; si les transmissions n'avaient pas fonctionné de manière impeccable c'était la paralysie, l'arrêt de nos mouvements et par là même, la ruine de nos opérations militaires.

Je m'en tiens à ces trois faits saillants : guerre de coalition sur un front étendu, guerre de matériel, guerre de transports ; chacun d'eux implique, nous l'avons vu, un emploi intensif de nos moyens de liaison : la conséquence d'ensemble a été l'accroissement prodigieux, ininterrompu du trafic télégraphique et téléphonique qui s'est manifesté de 1914 à 1918.

La guerre future. — On peut, dès maintenant, faire quelques hypothèses vraisemblables sur la forme que prendrait une nouvelle guerre entre deux grandes nations européennes ; on a vu paraître à la fin de la guerre des procédés de combat nouveaux qui seront certainement très en faveur dans l'avenir.

D'abord le *bombardement aérien*. — Nous en avons déjà senti les fâcheux effets, en 1918, et — au point de vue particulier du télégraphe et du téléphone — les bombardements de nuit ont souvent causé de très graves dégâts. On doit s'attendre dans l'avenir à des bombardements d'une intensité extrême, s'étendant en arrière du front : à 300, 400, 500 kilomètres, plus peut-être !

Gares, nœuds de routes et de voies ferrées, villes, centres industriels, voilà les objectifs de choix du bombardement aérien.

Notons, en outre, que l'aviation sera peut-être utilisée pour aller déposer au cœur de notre territoire de petits détachements armés qui chercheront à détruire les points sensibles de nos communications, chemins de fer et nappes téléphoniques.

De même l'*artillerie à très longue portée* jouera sans doute un

rôle important : les portées déjà grandes que nous avons connues, 40 kilomètres pour les 380, 120 kilomètres pour les berthas, seront doublées, peut-être triplées, et surtout l'intensité et la continuité du bombardement seront la règle : de jour comme de nuit toute la zone arrière des armées sera exposée au feu.

Enfin, nous connaissons des *chars blindés à grande vitesse*, capables à la fois de rouler sur les routes et de progresser sur chenille dans les champs ; de véritables raids de ces engins viendront peut-être menacer nos lignes arrières et y mettre le désordre.

Voilà déjà de bien gros dangers en vue pour nos lignes électriques ; peut-être aurons-nous d'autres surprises, encore, si la guerre n'éclate que dans 20 ou dans 50 ans.

Ce ne sera évidemment pas une tâche facile que d'assurer, malgré le déchaînement de ces engins destructeurs, le fonctionnement des liaisons : il faudra, cependant, s'y attacher d'autant plus que le rôle des liaisons grandira encore du fait de l'emploi des armes nouvelles que nous venons d'énumérer.

On se défendra, en effet, par une dispersion complète des organes sensibles des armées et du territoire : plus de G. Q. importants et concentrés, mais des séries de petits postes de commandement dispersés à distance notable les uns des autres ; nous avons eu un exemple frappant de cette situation, en mars 1918, quand Compiègne où se trouvait le G. Q. G. a été bombardé par avions avec violence et régularité : les bureaux du G. Q. G. se sont dispersés dans la ville et les environs, et il a fallu un redoublement de l'activité du téléphone pour rétablir les liens entre ces morceaux épars.

Ce que nous venons de dire pour les quartiers généraux ne sera pas moins vrai pour les divers organes de ravitaillement, pour les gares régulatrices, les dépôts de munitions, etc. Tout sera émietté, réparti en surface, d'où un rôle capital pour les liaisons électriques.

En outre et à cause du danger créé par l'aviation ennemie, la défense anti-aérienne qui était déjà un client exigeant, prendra un développement énorme : pour qu'elle ait des chances de

mettre en échec des avions qui feront 150 ou 200 kilomètres à l'heure, il lui faudra un réseau important, formé presque exclusivement de lignes directes et réservées.

Voilà le problème à résoudre : il est très difficile à coup sûr, mais *il faut* le résoudre puisque nous avons vu que c'est un problème d'*importance vitale* ; si les liaisons manquent à un moment donné, c'est l'impossibilité matérielle de commander les armées, de les faire mouvoir et de les ravitailler, c'est par conséquent, la défaite certaine.

Ce qu'il faut c'est non seulement adopter une bonne solution mais la réaliser le plus vite possible. Un grand réseau électrique ne s'improvise pas, il faut des mois et des années de travaux pour le mettre sur pied ; par conséquent, même si la probabilité d'une guerre paraît reculée à une lointaine échéance, il y a intérêt à commencer, sans retard, les travaux.

Je vous expose évidemment la question au point de vue militaire, mais j'ai d'autant plus d'aisance à le faire que dans ce cas particulier l'intérêt militaire est aussi l'intérêt économique du pays qui a besoin pour son commerce et son industrie de moyens de communication perfectionnés.

J'en reste là pour les considérations d'ordre général et je passe maintenant à l'étude particulière des principaux moyens de liaison.

Le télégraphe. — Il y a eu pendant toute la guerre un très gros trafic de télégrammes, d'une part entre l'intérieur et la zone des armées, d'autre part à l'intérieur même de la zone des armées. Tous les organes importants de l'arrière-front, notamment les grandes gares, les quartiers généraux d'armées, de groupes d'armées et le G. Q. G. étaient pourvus de bureaux télégraphiques importants, munis de baudots et de hughes.

Vers l'avant, on poussait le télégraphe jusqu'aux corps d'armées, parfois jusqu'aux divisions et l'on exploitait au morse et au sounder.

D'une façon générale, le télégraphe a très bien fonctionné malgré un afflux énorme de télégrammes au moment des opérations actives : le hughes et le baudot se prêtent parfaitement à

l'envoi des télégrammes chiffrés. En outre, ils offrent une sécurité presque complète, surtout le baudot, contre la surprise des télégrammes par un dispositif d'interception en ligne.

Toutefois, au moment des offensives allemandes de 1918, il y a eu des périodes difficiles, quand les lignes aériennes ont été détruites par bombardement dans les centres comme Compiègne, Creil, Amiens, Bar-le-Duc.

Nous reviendrons tout à l'heure à la question protection des lignes qui intéresse à la fois le téléphone et le télégraphe.

Il faut prévoir que, dans l'éventualité d'une guerre future, la dispersion des organes de *commandement et de ravitaillement* obligera à créer de toutes pièces des bureaux télégraphiques importants dans de petites localités ou même en pleine campagne.

Il faut donc approvisionner de nombreux appareils hughes et baudot, et préparer leur installation sur des voitures ou des wagons.

Le téléphone. — L'emploi intensif du téléphone aux armées a été l'une des nombreuses révélations de la guerre. Les services de la télégraphie militaire avaient, contre le téléphone, avant 1914, une méfiance injustifiée parce que ce procédé de transmission ne laissait pas de trace écrite : l'objection tombe immédiatement avec l'emploi du message téléphoné qui porte la signature de ceux qui l'ont passé et permet, par suite, l'établissement des responsabilités en cas d'erreur.

Le téléphone a rendu des services inappréciables ; c'est le seul procédé de transmission permettant d'entrer en communication personnelle avec un correspondant, de recevoir immédiatement sa réponse, de sentir qu'il a bien compris le message qu'on vient de lui transmettre.

Il est certain que si Von Kluck avait pu, le 2 septembre 1914, téléphoner au général de Moltke, il n'aurait pas commis les fautes qui ont facilité notre victoire.

Les défauts militaires du téléphone résident dans les indiscretions toujours possibles et la surprise des communications par l'ennemi. Vous savez que sur le front on avait organisé de manière presque industrielle la surprise des communications.

En outre, on a rencontré aux armées un certain nombre de difficultés :

1° Il y a eu souvent des *retards*, des attentes prolongées qui ont indisposé le commandement : cela tient à ce que devant l'afflux des communications le réseau français s'est trouvé insuffisant, bien que ces opérations se soient déroulées dans les régions du Nord et de l'Est où courent des nappes relativement très denses : à noter, en outre, que ces nappes ont été sévèrement éprouvées par les bombardements.

2° Dans bien des cas, on a dû compléter le réseau civil et l'appropriier aux besoins militaires en employant, faute de matériel P. T. T., du matériel militaire ; c'est là que s'est révélé un grave défaut d'organisation sur lequel je reviendrai : le matériel civil et le matériel militaire n'avaient *pas d'homogénéité* et ne s'adaptaient pas l'un à l'autre, faute de liaison entre les deux services de construction.

3° Enfin, tandis que la T. S. F. faisait en France des progrès techniques sensationnels qui ont dépassé de loin tout ce qu'ont pu faire nos ennemis et même nos alliés, *la technique de la télégraphie et de la téléphonie ne s'est pas perfectionnée aux armées de 1914 à 1918.*

L'emploi des lampes à vide, des câbles à circuits multiples ne s'est pas développé et en fin de guerre, surtout au moment de l'armistice et des négociations du traité de paix, nous n'avons pas pu établir convenablement les communications à longue distance qui auraient été si utiles. Il a été pénible, pour l'amour-propre des télégraphistes français, de constater que les Américains téléphonaient couramment de Coblenz à Brest pour des questions de transport ou de matériel, et qu'en même temps M. Clemenceau, de Paris téléphonait au maréchal Foch à Kreuznach d'une manière très précaire, alors qu'il s'agissait de résoudre des questions de première importance. Nous avions cependant les appareils voulus puisque la liaison entre les G. Q. G. français et italien avait été réalisée au moment de Caporetto par un relais étudié par le Service d'études des Postes et Télégraphes et installé à Lyon. Il a manqué une entente intime entre les services civil et militaire.

Les remèdes. — Nous avons vu les pronostics que l'on peut faire dès maintenant sur la forme de la guerre ; *ils tendent à une nouvelle augmentation du trafic téléphonique.* Il faut donc parer aux défauts signalés et pour cela :

1° améliorer le réseau en augmentant notablement la densité des nappes et en aménageant d'une manière moderne tous les bureaux ;

2° étudier de concert les matériels civil et militaire pour qu'ils puissent être employés simultanément ;

3° créer une organisation puissamment dotée en personnel et en moyens matériels pour maintenir en temps de paix et en temps de guerre, la technique de la téléphonie militaire à hauteur des progrès scientifiques les plus récents.

Amélioration des réseaux. — Il faut d'abord poser en axiome que les réseaux aériens, courant le long des grandes voies ferrées, sont condamnés par l'emploi intensif des bombardements aériens et des tirs à longue portée, qui sera la règle de la guerre future.

Il faut trouver autre chose.

On peut m'objecter que, pendant la guerre de 1914, nous avions un réseau télégraphique souterrain, et qu'il ne semble pas avoir beaucoup servi. En réalité, on a cherché à employer ce réseau pour communiquer, en août 1914, avec des places assiégées, Montmédy notamment. On a voulu s'en servir encore au moment de Verdun en 1916 mais on n'a rien obtenu, car ce réseau posé vers 1880 était en médiocre état. Il a d'ailleurs donné, du fait même que ses conducteurs étaient mal isolés, des résultats très intéressants, mais très inattendus pour la surprise des communications téléphoniques allemandes. Le câble Soissons-Paris, entre autres, a permis au moment où les Allemands ont occupé Soissons en juin et juillet 1918, après leur attaque sur le Chemin des Dames, de surprendre des communications très importantes qui passaient à un central de division installé près d'une extrémité de ce câble.

Pour résoudre le problème, la meilleure solution semble actuellement la constitution de toutes pièces d'un réseau à *artères*

denses, triangulé et présentant de nombreuses lignes latérales.

Les artères devraient être posées en lignes droites le long des routes ou à travers champs évitant les voies ferrées, contournant les grands centres. Elles seraient avantageusement formées de *câbles à circuits multiples*, du type couramment employé en Amérique. Reste à déterminer si elles seraient *aériennes* ou *enterrées* : les deux solutions ont leurs avantages et leurs inconvénients ; il faudra pour prendre une décision étudier chaque cas particulier.

On a songé pendant la guerre en 1917 à établir un câble téléphonique enterré à circuits multiples. On a été arrêté par les délais nécessaires pour la fabrication et la pose et aussi par le prix qu'il aurait coûté. Il aurait rendu de grands services s'il avait été achevé en mars 1918.

La triangulation permettra d'atteindre un même centre par plusieurs itinéraires : elle est indispensable pour la sécurité des communications. Par exemple, on doit pouvoir atteindre Amiens de Paris par Creil, par Beauvais, par Rouen.

Quant aux lignes de liaison latérales, leur intérêt est évident pour dégorger Paris et permettre des communications latérales derrière la zone probable d'opérations. D'ailleurs, en dehors de lignes établies en France, telles que Boulogne, Amiens, Reims, Dunkerque, Lille, Mézières, Nancy, on doit prévoir des lignes internationales telles que Anvers, Bruxelles, Luxembourg, Strashbourg.

Le matériel et les progrès techniques. — Nous avons fait ressortir la nécessité absolue d'avoir un matériel télégraphique et téléphonique homogène dans la télégraphie civile et la télégraphie militaire : il n'y a qu'un moyen d'obtenir ce résultat, c'est de charger un organe unique d'étudier d'abord, puis de faire fabriquer et de recevoir ce matériel. On est actuellement en train de standardiser le matériel téléphonique civil français. Ce sera un très gros avantage au point de vue militaire, car les bureaux équipés de manière uniforme se prêteront mieux aux extensions, aux mutations de personnel, à toutes les sujétions que créent les communications militaires. Mais il serait inadmis-

sible que le matériel téléphonique, type militaire, ne soit pas en concordance avec le matériel civil standardisé. Il faut donc unifier les études et les fabrications des deux types de matériel.

Il y a un exemple frappant des bons résultats que l'on obtient quand un même organisme étudie et fournit le matériel à plusieurs parties prenantes : c'est le fonctionnement de l'Établissement central de la radiotélégraphie militaire pendant la guerre. Cet organe a assuré la fourniture du matériel de T. S. F. aux armées, à la marine et aux colonies françaises. Il a ravitaillé en plus les armées belges et américaines, sans parler des armées russes, roumaines, serbes, etc... qui opéraient sur d'autres fronts.

Le résultat c'est que malgré toute la complexité des réseaux de T. S. F. terrestres et aériens, on a toujours pu faire des plans d'emploi absolument homogènes, parce que l'on avait affaire à des appareils de *puissance comparable* étalonnés avec les mêmes *longueurs d'ondes*, et qu'on a tiré de la T. S. F. un rendement intense, ce qui eût été absolument impossible avec des matériels disparates.

Au point de vue des progrès techniques, c'est la même organisation qui nous a permis d'avoir constamment sur les Allemands une avance qui a varié de six mois à deux ans pour la T. P. S., l'écoute par amplificateurs, les postes à ondes entretenues.

Il est hors de doute qu'une organisation analogue, appliquée à la télégraphie et à la téléphonie, aurait donné les meilleurs résultats. En dehors de l'homogénéité de nos matériels civil et militaire, nous aurions obtenu, en fin de guerre, des communications *téléphoniques à longue distance*, et nous aurions sans doute, depuis plus d'un an, un câble à 100 paires avec emploi du circuit à 4 fils entre Paris, Strasbourg et les pays rhénans. Ce câble, demandé par le maréchal Foch en janvier 1919, devait être réalisé par les Américains en moins de dix mois, pour un prix très avantageux, puisque l'on traitait sur le taux du dollar à cinq francs. Le projet a échoué devant la Commission des P. T. T. de la Chambre, précisément parce que, faute d'un organisme technique commun à la télégraphie militaire et civile,

on a craint un désaccord entre l'Administration des P. T. T. et l'autorité militaire, ce qui, du reste, était inexact.

Quoi qu'il en soit, il paraît indispensable de réaliser l'*unité* dans les services d'études et de fabrication des matériels télégraphiques et téléphoniques civils et militaires.

De même que nous avons vu tout à l'heure l'établissement central de radiotélégraphie militaire faire profiter plusieurs départements ministériels français et étrangers de son expérience, de même il paraît logique que le *Service d'études et de recherches techniques de l'Administration des postes et télégraphes*, qui possède évidemment sur toutes questions de télégraphe et de téléphone une compétence qu'aucun autre organisme français ne peut égaler, soit chargé de coordonner les études et la fabrication du matériel civil ou militaire.

Notons à ce propos que ce sont les ingénieurs civils du Post Office qui ont été chargés de fabriquer le matériel de la Télégraphie militaire des armées britanniques et qu'aux États-Unis ce rôle a été dévolu à des ingénieurs de grandes compagnies de téléphone mobilisés à cet effet.

Les approvisionnements en matériel. — Pour la télégraphie comme pour tous les autres services militaires tels que l'artillerie et l'aéronautique, on ne peut songer à *approvisionner* en temps de paix tout le matériel nécessaire pour une guerre d'assez longue durée : cela conduirait à d'*excessives dépenses*, et, chose plus grave, au moment du besoin il y a de fortes chances pour que les *stocks soient détériorés et démodés*.

On doit se borner à constituer une petite réserve de matériel permettant la mobilisation, et pour le reste à prévoir en détail, la fabrication, par un plan de *fabrications* qui fixera d'abord les types à construire, puis les usines qui travailleront pour la télégraphie, et qui attribuera à ces usines des stocks de matières premières et de la main-d'œuvre spécialisée.

Ces usines doivent être réparties sur tout le territoire pour éviter de voir les fabrications entravées par le bombardement de telle région qui fabriquerait seule certain matériel. Rappelons qu'on a éprouvé en 1914 de graves ennuis du fait que les tubes

Lorain se fabriquaient dans les Ardennes, et les isolateurs dans le Nord et la région de Reims.

Le personnel. — Il faudra prévoir que la guerre future amènera l'interpénétration des personnels civils et militaires dans toute la zone arrière des armées. Cette zone sera plus étendue que pendant la dernière guerre, toujours à cause des bombardements à longue distance. Il faudra que cette pénétration se fasse sans heurts et sans gêne pour l'exploitation, et pour cela il est nécessaire de familiariser, dès maintenant, les cadres de la télégraphie militaire avec les grands postes civils et les méthodes d'exploitation du réseau français.

On pourrait, par exemple, détacher par roulement les officiers du 8^e génie pour des stages assez longs près des chefs de service de l'administration des Postes et Télégraphes, directeurs départementaux, chefs de bureaux importants, etc.

De plus, comme il est à espérer que les opérations actives se passeraient en Allemagne, il faut familiariser le personnel civil et militaire avec le matériel allemand.

Pour la mobilisation, il serait avantageux de prévoir la militarisation sur place de certains fonctionnaires importants, tout au moins dans la zone où s'étendraient les réseaux militaires.

De même, l'organe central dont le rôle du temps de paix serait l'étude du matériel civil et militaire, devrait être militarisé ipso facto à la mobilisation, avec tout son personnel : il serait prévu, en outre, l'affectation à cet organisme d'un certain nombre de techniciens qualifiés tant pour les recherches nouvelles que pour le contrôle des fabrications courantes.

La T. S. F. — Malgré toutes les mesures prises pour assurer la sécurité des réseaux avec fils, il pourra arriver que certains bombardements intenses, effectués simultanément sur plusieurs régions isolent pour un temps certaines localités importantes. Il faut, par conséquent, prévoir un réseau radiotélégraphique reliant toutes les villes de quelque importance et jouant le rôle d'un dispositif de sécurité. Ce réseau doit être établi *dès le temps de paix* : il peut d'ailleurs jouer, dès ce moment, un certain rôle en soulageant le réseau avec fils aux moments d'affluence, en rétablissant les communications en cas d'ouragans, etc.

Pendant la guerre, le grand réseau de T. S. F. des armées françaises est resté muet depuis la période postérieure à la Marne, jusqu'en 1918, en raison du fonctionnement parfait de la télégraphie avec fil. Mais au moment de la crise du 21 mars, l'offensive allemande a été, vous vous le rappelez, appuyée par des bombardements aériens intenses sur Creil, Amiens, Abbeville, Dunkerque, etc. Au moment le plus critique, les communications par fil sont devenues précaires entre le G. Q. G. lui-même, violemment bombardé à Compiègne, et le Grand État-Major anglais, installé près de Montreuil. C'est alors par la T. S. F. que l'on a pu passer des télégrammes très urgents et très importants.

On peut se demander si ce n'est pas restreindre le rôle de la T. S. F. que d'en faire un simple organe de sécurité. Nous venons d'énumérer toutes les difficultés que l'on trouvera à maintenir le fonctionnement des réseaux avec fil ; peut-on espérer les remplacer par des réseaux de télégraphie et de téléphonie sans fil ? Je ne crois pas que ce soit possible, jusqu'à présent. Il faudrait des perfectionnements techniques sensationnels en télégraphie sans fil et surtout en téléphonie sans fil, pour que l'on ait un rendement et une commodité comparables à ce que nous donnent actuellement les réseaux avec fil.

Je ne veux pas quitter la T. S. F. sans dire un mot des communications à très grande portée, telles que France-Amérique, France-Afrique, France-Extrême-Orient, qui, en cas de guerre, seraient très importantes.

Là l'emploi de la T. S. F. reprend bien des avantages car les câbles sont exposés à être coupés par les sous-marins ennemis. Doit-on cependant considérer les câbles comme condamnés et porter tout son effort sur la T. S. F. ? Je crois que là encore ce serait prématuré : la T. S. F. à très grande portée est parfois contrariée par les orages, les parasites, le brouillage. Tous les radiotélégrammes sont captés et déchiffrés tôt ou tard ; ce sont les inconvénients sérieux de la T. S. F. et il serait dangereux de se confier exclusivement à elle. Il convient d'attendre, en tout cas, que les postes ultrapuissants que l'on installe actuellement

en France et aux colonies soient terminés et qu'ils aient fait leurs preuves.

Conclusion. — Nous avons vu dans cette étude rapide, un certain nombre de faits se dégager et s'imposer à nous par leur utilité au point de vue militaire :

la création en France d'un réseau à grand rendement, à artères protégées ;

la coordination des études et de la fabrication du matériel.

Enfin le *travail en commun du personnel* de la télégraphie civile et militaire.

Je n'insiste pas sur ce dernier point : il y a eu pendant la dernière guerre une entente parfaite entre tous les télégraphistes qu'ils fussent habillés en sapeurs à bande rouge, en télégraphistes à bande bleue, ou en civils : tous ont travaillé quand il le fallait jusqu'à la limite de leurs forces, souvent jusqu'à la mort pour assurer un service dont ils comprenaient l'importance. Il n'y a aucun doute que dans l'avenir il en sera de même.

Le réseau de liaisons électriques à grand rendement s'impose, nous l'avons vu, aussi bien au point de vue économique qu'au point de vue militaire : le gros obstacle c'est qu'il coûtera cher, très cher ; mais les services qu'il rendra à la France pour son relèvement économique, la sécurité qu'il nous donnera s'il faut un jour mettre en jeu notre force militaire, valent largement qu'on y mette le prix.

D'ailleurs après, l'Amérique qui depuis longtemps emploie les câbles aériens à circuits multiples, l'Angleterre et l'Allemagne sont en train de se constituer des réseaux en câbles enterrés. Il ne faut pas que nous nous laissions distancer de trop loin.

Enfin je reviens encore une fois sur l'importance qu'il y a à rendre homogènes nos matériels téléphoniques militaire et civil. De plus en plus il y aura fusion entre les réseaux militaires et le réseau civil par suite de l'augmentation de la zone des armées en profondeur : il faut que cette fusion soit facilitée par l'emploi sinon du même matériel, du moins de matériels dont on aura *prévu l'adaptation réciproque.*

Nous avons indiqué le rôle que pourrait jouer à cet égard le

Service d'études et de recherches techniques de l'Administration des postes et télégraphes.

Il y a une autre considération dont on doit tenir compte : les procédés de guerre changent tous les jours comme change elle aussi la technique des transmissions ; pendant la guerre cette évolution se poursuivra et s'accroîtra. Vous voyez l'intérêt qu'il y aurait à ce qu'un organisme commun à la télégraphie civile et à la télégraphie militaire suive pas à pas cette évolution et mette continuellement à la disposition des armées françaises et des armées alliées un matériel parfait. Il n'y a aucun doute que, dans ces conditions, on n'obtienne dans le domaine du télégraphe et du téléphone un succès complet, aussi complet que celui qui a été obtenu pendant la dernière guerre par le Centre d'études radiotélégraphiques du général Ferrié.

La téléphonie à grande distance en Europe

Par M. G. MARTIN,

Sous-chef de bureau à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes.

L'Amérique du Nord est un heureux pays au point de vue téléphonique. Des millions d'abonnés y sont desservis par d'innombrables réseaux urbains ; ceux-ci sont reliés entre eux par un réseau serré de circuits interurbains, pourvu de milliers de relais amplificateurs, et d'un nombre fantastique de bobines de charge. Le seul réseau interurbain du *Bell System* compte 5 millions 700.000 kilomètres de lignes et 1.000 relais. Les bureaux centraux, équipés de meubles qui représentent le plus souvent les derniers progrès de la technique, sont pourvus d'opératrices jeunes, actives, appliquant des méthodes d'exploitation perfectionnées. Le service est rapide, ponctuel en dépit d'une intensité de trafic qu'on ne soupçonne pas de ce côté-ci de l'Atlantique. On échange couramment des conversations à des distances qui dépassent 5.000 kilomètres, à vol d'oiseau et dans des conditions parfaites d'audition. Washington et les États de l'Est, par exemple, sont reliés à San Francisco et aux États de l'Ouest par une artère d'une longueur effective de 5.470 kilomètres. On communique de Los Angeles avec Boston (6.000 kilomètres).

Chacun sait qu'en Europe, nous n'en sommes pas là, à beaucoup près. A l'heure actuelle, on y considère comme un tour de force d'échanger des conversations, souvent très difficiles, entre Londres et Genève (800 kilomètres), Bruxelles et Marseille (900 kilomètres), Paris et Rome (1.200 kilomètres). Tels sont à vol d'oiseau les records européens du temps présent. Les relais amplificateurs et la pupinisation sont, au surplus, inconnus dans la plupart des États. Ainsi donc, des portées de conversation cinq fois inférieures à celles atteintes dans le Nouveau Monde, une différence énorme dans la qualité de l'outillage et la valeur de l'audition, ce sont là matières à un examen de conscience, pour nous, *telephone men* du Vieux Continent.

*
*
*

Et pourtant, tout bien considéré, on conviendra que les relations téléphoniques à grande distance seraient aussi utiles, aussi nécessaires en Europe qu'en Amérique, et qu'il n'y a aucune raison vraiment

pour que nous n'arrivions pas à réaliser ce qui est une réalité ailleurs.

Si le trafic téléphonique à très grande distance est inconnu en Europe, cela n'implique nullement qu'il y soit chimérique. Des échanges téléphoniques se produisent invariablement entre points qui entretiennent des échanges commerciaux actifs. Ceux-ci ne sont pas limités assurément à la portée, devenue dérisoire, de nos conversations téléphoniques européennes. Il s'en faut de beaucoup. Le trafic à très grande distance se manifesterait par conséquent s'il trouvait des lignes pour s'écouler. Le fait qu'il n'y en a pas ne saurait être considéré comme un argument pour démontrer qu'il ne peut exister.

Chaque jour d'ailleurs l'administration française reçoit la visite d'abonnés tenaces qui viennent demander l'autorisation de communiquer avec la Pologne, l'Autriche, la Bohême, la Yougo-Slavie, le Portugal... Tout récemment, l'un d'eux insistait pour être admis à téléphoner, chaque jour, avec New-York « quel que soit le tarif ». Il fut fort contrarié d'apprendre qu'en l'état actuel de la téléphonie, ce désir est commercialement irréalisable. Des faits de ce genre témoignent que la clientèle des lignes à longue distance n'est pas à trouver. Elle est là. Elle attend.

Traçons autour de Paris ou de Londres, une circonférence de 5.000 kilomètres de rayon. Le cercle ainsi formé comprendra toute l'Europe, l'Asie Mineure, la Syrie, la Mésopotamie, une partie de l'Arabie, l'Égypte, le Sénégal, le Soudan, la Tripolitaine, la Tunisie, l'Algérie, le Maroc, pour ne citer que les pays continentaux. Ceci représente l'étendue des relations téléphoniques pratiquement possibles à partir de Londres et de Paris. A ceux que cette allégation ferait sourire, je me permets d'annoncer par avance qu'elle se vérifiera dans un avenir peu éloigné et que, dès aujourd'hui, elle revient simplement à transposer, sur la carte de l'Ancien Monde, les résultats obtenus couramment de l'autre côté de l'Atlantique. Il ne serait pas plus difficile, dès à présent, de téléphoner de Liverpool avec Bagdad (via Constantinople), de Londres avec Khartoum, d'Anvers avec Dakar (via Gibraltar) ou de Paris avec Tombouctou, qu'il ne l'est déjà de causer entre Los Angeles et Philadelphie. Je n'entends pas dire, au surplus, qu'il soit opportun pour l'instant de construire des lignes directes entre ces points extrêmes. Mais il n'est pas douteux qu'il y aurait, dès le début, un trafic appréciable entre l'Europe Occidentale d'une part, et d'autre part, les Pays Scandinaves, la Pologne, la Bohême, l'Europe orientale, l'Asie Mineure et l'Afrique du Nord, et cela en dépit des taxes élevées que ces conversations coûteraient (1).

(1) Aux États-Unis, les taxes (*Burleson rates*) sont d'environ 50 cents par 80 milles, ce qui correspond au pair du change à environ 1 fr. 75 par 100 kilomètres.

Cependant, en l'état actuel de l'organisation téléphonique européenne, on a, en effet, le droit de sourire. Tout projet d'extension des relations téléphoniques à grande distance se présente sous une apparence vraiment invraisemblable pour qui est un tant soit peu informé. Je m'explique.

..

La situation privilégiée de l'Amérique tient à une raison unique : les États-Unis et le Canada, malgré la démarcation conventionnelle qui les sépare, forment un seul bloc téléphonique compact et homogène, parce que le système téléphonique y est exploité par des Compagnies puissantes qui couvrent indifféremment, de leurs lignes, le continent tout entier, sans égard aux limites des États. Pour elles, il n'y a pas de frontières. Elles sont partout chez elles, construisent, entretiennent et exploitent partout leurs circuits selon leurs besoins commerciaux, d'après leurs propres conceptions, et sans nul autre souci que celui de leur clientèle et de leurs affaires. Les États que leurs lignes traversent ne leur imposent qu'un petit nombre de conditions nécessaires et suffisantes dans l'intérêt général : obligation d'assurer les communications, dans les conditions les plus favorables, entre leurs propres abonnés et ceux des autres compagnies, obligation de faire approuver leurs tarifs par un organisme officiel (*public service Commission*), obligation de fournir un service de tous points satisfaisant, interdiction de consentir des taxes de faveur ou des privilèges au profit de certains clients. Grâce à cette organisation, et surtout à la puissance de leur Service d'études et de recherches qui dispose de crédits importants, de milliers d'ingénieurs et d'un personnel technique nombreux, les Compagnies développent librement leurs services, au grand profit de tous, sans que les droits légitimes des États se trouvent, à aucun degré, lésés.

En Europe le spectacle est différent.

Ici, plus de vaste *system*, encore moins de *Universal service*. Aucune uniformité de méthodes dans la construction, l'entretien, l'exploitation, vingt-six administrations différentes, — j'en oublie peut-être, — opèrent chacune dans leur compartiment hermétiquement clos par des frontières politiques. Vingt-six administrations d'État, car en Europe le téléphone est presque partout monopole d'État, tout au moins au point de vue interurbain. Dans chaque compartiment, l'Administration nationale des Téléphones organise et exécute le service avec ses principes, ses procédés particuliers, lesquels ont ceci seulement de commun qu'ils n'ont rien de comparable aux principes et aux procédés américains.

Aux prises avec de très grandes difficultés pour assurer le service dans les limites de leur propre domaine, elles ne peuvent consacrer que des moyens restreints à l'établissement de lignes entre elles.

La force des choses a cependant obligé chacune à se relier par quelques circuits à ses voisines proches. Mais, il n'y a aucune exagération à affirmer que le nombre de ces lignes internationales est fort au-dessous de ce qu'il devrait être. Là où il faudrait six circuits, il n'est pas rare de n'en voir qu'un seul. Là où il en faudrait un ou deux il n'y en a pas du tout. Le mal qu'il faut se donner pour accroître leur nombre est d'ailleurs incroyable. D'abord, longues négociations, pleines de cérémonies, d'un Office à un autre. Une fois l'accord établi, tout reste encore à faire. Il s'agit, pour chaque office, d'obtenir, par voie budgétaire, les ressources financières qui permettront de construire les deux tronçons de la ligne. Ceci est une affaire énorme qui exige des montagnes de papier, des flots d'encre, et un an au bas mot. Supposons les crédits accordés. Il faut construire. Dans plusieurs pays, pour une infinité de raisons, on compte au moins 18 mois pour poser un circuit de 500 kilomètres. Enfin les travaux s'achèvent des deux côtés ; on met la ligne en service. Mais, alors, ce n'est plus un nouveau circuit qui serait nécessaire : il en faudrait trois. Le trafic est allé bien plus vite que les prévisions, et surtout que les réalisations. Ainsi, d'année en année, l'écart entre les besoins et les moyens va en augmentant sans cesse.

Ce n'est pas tout. Les circuits existants sont exploités dans des conditions médiocres. Il n'en peut être autrement. Les règles d'exploitation fixées par la Convention internationale, remontent à une vingtaine d'années. Elles sont rudimentaires, désuètes, et ne se prêtent pas à un service intensif. Il n'y est fait mention ni de la spécialisation des circuits, ni de l'exploitation par ligne d'appel, encore moins de la méthode *traffic direct* ou de celle de la préparation télégraphique. Certains de ces procédés seraient, au surplus, d'une application malaisée par le fait que les opératrices correspondantes appartiennent à deux administrations différentes et, parlant des langues différentes, se comprennent mal. Enfin intervient une question de compte de taxes qui entraîne à des inscriptions multiples aux dépens de la rapidité du service. Bref les circuits internationaux européens entre pays voisins ne rendent pas ce qu'ils devraient rendre.

..

Considérons maintenant les relations entre pays dont les territoires ne sont pas limitrophes. En pareil cas le trafic ne peut être écoulé que de deux manières : par circuit direct traversant le territoire de l'Etat

interposé, ou indirectement en faisant établir les communications « en transit » par un bureau de cet État.

La construction d'un circuit direct entre deux pays non limitrophes est à proprement parler, une entreprise sans espoir. Les difficultés que nous venons de détailler à propos des circuits entre pays voisins se trouvent ici doublées ou triplées. Il faut d'abord convaincre l'Administration intermédiaire que la ligne projetée est nécessaire — ce dont elle n'a cure, et pour cause. Quand elle a consenti à l'admettre, il reste à obtenir qu'elle fasse les frais de construction du tronçon de ligne passant sur son territoire, et qu'elle le construise. Ce n'est pas une mince affaire. Le plus souvent, il faut y renoncer. Mais, imaginons cette ligne construite. Nous constaterons alors que la diversité des méthodes, des matériaux, des dispositifs d'armement et de rotation, auront abouti, en fait, à nous procurer trois tronçons de lignes dissemblables, raccordés bout à bout, nullement *une* ligne.

Reste la question importante de l'entretien, lequel exige pour les lignes à long parcours un soin tout particulier. L'Administration du territoire traversé n'y apporte sur sa section — en général — qu'une attention, une activité, toutes relatives.

Au fond, cette ligne ne l'intéresse guère. Les dérangements qui l'affectent ont moins d'importance à ses yeux que ceux de ses propres lignes. C'est assez naturel. Il s'ensuit que les interruptions de la ligne traversante se prolongent bien au delà des délais ordinaires. On ne s'en occupe que dans la mesure où cela ne gêne pas le service des réparations des autres lignes. Il serait facile de citer des exemples. Ils n'impliqueraient d'ailleurs la critique de personne, mais uniquement celle du système lui-même, qui, en définitive, est seul en cause.

A tout prendre, l'établissement d'un circuit téléphonique entre pays européens non limitrophes est à peu près impossible à réaliser, et quand on y parvient, par aventure, l'exploitation n'est pas commercialement praticable parce que la ligne ne fonctionne que par intermittence. Ceci explique pourquoi il n'en existe pas une demi-douzaine dans toute l'Europe.

On a quelquefois tenté, pour ces diverses raisons, d'écouler le trafic par l'intermédiaire d'un bureau du pays interposé. Les effets de ce système sont aussi décevants que ceux du précédent. Le bureau intermédiaire ne s'occupe du transit entre les deux autres pays que dans les moments — ordinairement rares — où il n'a pas besoin des circuits pour son propre compte.

Imaginez, par ce que nous venons de voir, les obstacles insurmontables qui s'opposeraient à l'établissement de relations téléphoniques entre deux pays séparés par des territoires appartenant à

deux ou trois autres États. Le problème serait purement et simplement insoluble.

Concluons : L'Europe est vouée à la stagnation absolue au point de vue de la téléphonie à grande distance, du seul fait de l'organisation existante.

Dès lors la question suivante se pose : entend-elle enfin tirer parti de toutes les facilités que la téléphonie à grande distance peut lui assurer ?

Si oui, il n'y a qu'un seul moyen d'y parvenir : s'inspirer de principes analogues à ceux qui ont été expérimentés avec succès en Amérique, c'est-à-dire substituer aux vingt-six organismes qui fonctionnent actuellement, un organisme unique, puissant, solide, étendant son activité au continent tout entier.

..

Dans cet ordre d'idées, certaines précautions sont nécessaires. A tort ou à raison, la plupart des États européens considèrent l'exploitation des téléphones comme un apanage de leur souveraineté. On ne saurait faire abstraction de cet état d'esprit.

Il faut donc recourir à une formule qui ne puisse, à aucun titre, éveiller leurs susceptibilités sous ce rapport. Celles-ci pourraient être entièrement respectées de la manière suivante :

Les diverses administrations téléphoniques se grouperaient en une association ayant pour objet la construction, l'entretien et l'exploitation de circuits téléphoniques internationaux, de façon à permettre l'échange de communications entre elles toutes. Les circuits internationaux d'une longueur totale inférieure à 100 kilomètres seraient considérés comme destinés seulement à des relations de voisinage et demeureraient — sauf exceptions — hors du réseau de l'association.

L'association disposerait d'un capital versé par des administrations adhérentes soit sous forme de numéraire, soit sous forme d'apport initial en lignes et matériel dont la valeur serait déterminée par expertise. Le capital serait divisé en parts. Chaque administration souscrirait un nombre minimum de parts, proportionnel à son importance, calculée d'après le chiffre de sa population et le développement de son activité téléphonique. Les parts pourraient être fixées uniformément à 1 million de francs-or chacune. L'association aurait en outre la faculté d'émettre des obligations et de contracter des emprunts.

L'accès de l'association serait naturellement facultatif. L'association s'engagerait, vis-à-vis de chaque administration adhérente, à construire, entretenir et exploiter, dans les conditions les plus satis-

faisantes et à ses propres frais, les circuits à grande distance nécessaires pour faire face à tous les besoins du trafic international à grande distance. Elle s'engagerait à n'accorder aucun tarif préférentiel et à ne concéder la priorité qu'aux seules communications dites « d'État ». Tout État aurait le droit de contrôler l'observation de ces conditions par les services de l'association. L'association aurait, par contre-partie, le droit de construire ses lignes, d'édifier des bureaux centraux dans les mêmes conditions que l'Administration des Téléphones de l'État. Cette dernière lui garantirait toutes facilités pour la mise en communication de ses propres abonnés, circuits et bureaux centraux avec les bureaux centraux et les circuits à longue distance de l'association, moyennant des taxes à fixer. En cas de guerre ou de troubles chaque État adhérent aurait le droit de réquisitionner tous les bureaux centraux et les circuits de l'association situés sur son territoire ou sur les territoires par lui occupés, sous réserve d'indemnité spéciale.

L'Association serait représentée par une assemblée générale composée de délégués des Administrations adhérentes. Chacune de celles-ci disposerait d'autant de voix qu'elle posséderait de parts.

L'assemblée, qui se réunirait au moins une fois par an, élirait un Conseil d'Administration comprenant un président, des vice-présidents, un secrétaire et un trésorier. Leurs mandats auraient nécessairement une durée déterminée.

Le président serait chargé de diriger les services de l'association. Chaque vice-président serait placé à la tête d'une des branches du Service (Exploitation, Finances et Comptabilité, Service Commercial, Matériel). Les membres du conseil d'administration auraient tous les pouvoirs nécessaires pour conduire les affaires de l'association et assurer ses divers services. Ils seraient responsables vis-à-vis de l'assemblée générale des résultats de l'exploitation.

Une fois par an le conseil d'administration soumettrait à l'assemblée générale le bilan annuel et un compte des profits et pertes. Un comité de censeurs composé de commissaires élus par l'assemblée générale, dans les mêmes conditions que les membres du conseil d'administration, présenterait ses observations. L'assemblée générale se prononcerait sur ces rapports et fixerait éventuellement la répartition des bénéfices par part.

Elle serait également seule qualifiée pour modifier les tarifs ou décider l'émission d'obligations.

..

Ce système présenterait des avantages incontestables : il permettrait de confier à une organisation unique, de forme commerciale quoique d'essence officielle, l'exploitation des lignes téléphoniques européennes importantes. Il ferait disparaître toutes les complications inhérentes au régime actuel, uniformiserait les procédés de travail et garantirait le développement du service, au gré des besoins, tout en réduisant au minimum les difficultés financières.

Il est probable qu'à son début l'association ne réunirait pas toutes les Administrations téléphoniques d'Europe. Certains États éprouveraient des hésitations à y entrer. Peut-être même serait-il désirable qu'à l'origine le nombre des associés soit relativement restreint. Mais les autres seraient tôt ou tard contraints, par la force des choses, d'y venir à leur tour, tant les avantages des services fournis par l'Association se révéleraient appréciables.

Une organisation de ce genre pourra seule doter l'Europe d'un service téléphonique à grande distance effectif et bien organisé. Il est à souhaiter, dans l'intérêt commun de toutes les nations européennes, que la Conférence télégraphique et téléphonique qui doit se réunir à Paris dans quelques mois s'occupe de cette question importante et la règle.

La solution esquissée ici peut comporter des difficultés d'application sur certains points de détail : aucune solution n'est parfaite. Mais ces difficultés ne peuvent pas être insurmontables si on les aborde avec le désir sincère et la résolution bien arrêtée de les résoudre. Le progrès consiste à vaincre les obstacles et non pas à rester cloué sur place devant eux.

PRINCIPES GÉNÉRAUX D'ADMINISTRATION⁽¹⁾

Par J. WILBOIS,

Directeur de l'École Nouvelle d'Administration et d'Affaires.

(Suite)

L'ADMINISTRATION EN DEHORS DU CONTACT DES HOMMES.

Une première partie de l'Administration se fait presque tout entière loin des gens qu'on est appelé à diriger, dans le silence du bureau directorial ou du secrétariat qui y est annexé ; c'est une action pour ainsi dire intemporelle, en ce sens qu'on peut généralement la différer de quelques heures, de quelques jours, parfois de quelques mois, et enfin elle n'exige pas d'éminentes qualités de caractère, mais surtout une vaste valeur intellectuelle. Cette partie de l'administration comprend : la Prévoyance, l'Organisation et le Contrôle.

Donnons d'abord une brève explication de ces trois termes.

1° La *prévoyance* est un acte de deux espèces.

D'une part on peut prévoir des choses extérieures aux volontés humaines que groupe l'entreprise, et cela avec une certitude analogue à celle des événements astronomiques. C'est ainsi que les fabricants de laine peuvent prédire des hausses ou des baisses de la laine brute suivant que les troupeaux qui leur fournissent la matière première ont été abondants ou rares et suivant les variations du change de leur pays d'origine. De même, on peut prévoir à l'intérieur de ses ateliers l'usure des machines et même la fatigue des ouvriers, fatigue qui, quoique se rapportant à des hommes, ne concerne que ce qu'il y a en eux d'automatique.

Par contre, il est des faits, comme le développement général de l'affaire, qui tiennent en grande partie à l'intelligence ou à l'énergie des collaborateurs comme au talent que leur directeur aura déployé pour faire converger leurs actions. Dans ce cas, l'opération de prévoyance ne se sépare pas du sursaut d'énergie qui lancera le groupe en avant. Ici prévoir c'est vouloir. Le programme d'action est une action en même temps qu'un programme.

(1) Conférence faite le 18 décembre 1920 à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes.

C'est pourquoi la prévoyance, tout en exigeant avant tout des qualités intellectuelles, demande aussi quelques qualités morales et c'est pourquoi aussi, soit dit une fois pour toutes, la distinction n'est pas absolument nette entre les deux groupes d'opérations qui composent l'œuvre de l'administrateur.

Le programme d'action lui-même se divisera en plusieurs parties, depuis un programme général portant sur plusieurs années jusqu'à un programme de détails réglant le geste d'un ouvrier à une fraction de seconde près. Les premiers programmes ont été admirablement employés par M. Fayol sous la forme de programmes décennaux ; ces programmes décennaux sont mis au point chaque année et refondus tous les cinq ans. Quant aux programmes des gestes d'ouvriers, ils ont été introduits surtout par Taylor, qui a d'ailleurs négligé (on ne peut tout faire à la fois) l'étude des conditions physiologiques comme celles de l'attention ou de la fatigue ; à cet égard, l'œuvre de Taylor et de ses premiers disciples doit être complétée par les travaux de physiologistes et de psychologues comme Imbert, Amar, Lahy, Ioteyko, pour ne parler que de travailleurs du vieux monde dont la plupart sont Français.

2° *L'organisation* est un mot dont il faut préciser le sens. Aux yeux des Tayloriens, il voudrait dire à peu près la même chose qu'administration chez les Fayoliens, à cette différence près, capitale il est vrai, que les Tayloriens laisseraient volontiers dans l'ombre les actes d'éducation, de commandement ou de coordination, en un mot les actions d'âme en âme, que M. Fayol a développées parfois de façon si magnifique. Pour M. Fayol, dont nous suivons ici la nomenclature, l'organisation n'est qu'un acte dans un ensemble ; il se place entre la prévoyance qui a projeté un plan dans les nuages et l'action qui mettra en branle toute la machine, et il a pour but de faire descendre du ciel les idées du programme pour amener, immobiles, à pied d'œuvre, les hommes et les choses dont l'entreprise aura besoin.

Dans ce sens, organiser correspond à deux actes bien distincts, organiser une hiérarchie et organiser en dehors de la hiérarchie. Pour notre part, et pour éviter la confusion précédente, nous proposerions de substituer tout simplement au terme « organiser » les deux mots « hiérarchiser » et « disposer ».

Hiérarchiser, c'est fixer les fonctions et leur donner des titulaires, en même temps qu'entre ces fonctions et ces hommes on établira les liens qu'il faut. Par exemple, lorsque l'on divise les cadres d'un régiment en colonel, commandants, capitaines, etc. : on hiérarchise.

Disposer, c'est assurer une concordance de mouvements entre des hommes, des machines ou des pièces à ouvrir. Par exemple, si une

pièce doit passer par trois machines qui font leur travail respectif en 1, 2 et 5 minutes, l'atelier doit comprendre une machine du premier type, deux du second et cinq du troisième, si l'on veut qu'aucune d'elles ne chôme. De même, si dans un bureau le courrier, avant d'être distribué aux secrétaires, exige pour être ouvert une demi-heure de travail d'employés subalternes, ceux-ci doivent arriver une demi-heure avant les autres (quitte à partir le soir une demi-heure plus tôt), sans quoi les secrétaires chômeraient pendant la première demi-heure de la journée. Cette disposition, qu'on appelle souvent une organisation, est tout à fait différente d'une organisation de hiérarchie, puisqu'elle n'implique qu'une concordance de mouvements et non des rapports de chef à subordonné.

Pourtant la disposition comme la hiérarchisation doivent être rapprochées l'une de l'autre, parce que toutes les deux sont la préparation nécessaire à toute la vie que l'entreprise manifesterait.

3^e Laissons de côté pour le moment l'étude de cette vie. Nous passerons au dernier acte de l'administration, le *contrôle*. Si nous rapprochons le contrôle de l'organisation, c'est d'abord qu'il exige de celui qui contrôle les mêmes qualités d'intelligente froideur et ensuite parce que le contrôle n'est efficace que s'il est lui-même organisé. On a parlé souvent de l'œil du maître ; mais dès que l'entreprise devient grande, le maître a autre chose à faire que de fourrer son œil partout ; le temps qu'il perdrait à contrôler sera bien plus productif s'il l'emploie aux hautes besognes de prévoyance ou de commandement. Le vrai contrôle aujourd'hui, c'est le contrôle automatique.

Le contrôle a plusieurs aspects. Comme la prévoyance ou l'organisation, il porte sur la qualité comme sur la quantité, il s'applique aux hommes comme aux choses. C'est ainsi que dans un atelier de construction mécanique les pièces à travailler doivent être vérifiées à l'état brut pour qu'on ne fasse pas un travail coûteux sur une matière de rebut. De même, quand il s'agira de compter des caisses, il est plus avantageux de les disposer en parallélépipèdes dont toutes les couches sont complètes sauf celle du haut, ce qui permet des additions rapides. Voici pour le contrôle en qualité ou en quantité de matières. Pour les hommes, on les contrôlerait de même, non pas tant par les heures de présence sur lesquelles on a trop insisté autrefois avec des systèmes compliqués comme des cylindres enregistreurs que pour le travail effectif qu'ils fournissent, et pour cela on a imaginé, pour des ouvriers comme pour des dactylographes, des graphiques qui permettent de se rendre compte immédiatement de leur production brute ou nette et qu'on mettra sous les yeux de leur chef ou simplement sous leurs propres yeux.

Ces quelques mots nous permettent de nous rendre compte de ce que c'est que la prévoyance, l'organisation et le contrôle. Peut-être en même temps avons-nous pu marquer l'importance et la difficulté de ces opérations. Cependant nous ne sommes entrés à aucun moment dans le vif du sujet. Aussi, tout en comprenant qu'il y a là une science à faire, nos lecteurs peuvent-ils se demander si cette science a été faite.

Elle a été du moins ébauchée. Comme nous ne voulons pas faire ici un cours complet d'administration, mais simplement donner de l'administration quelque idée, nous allons entrer dans le détail simplement pour une des trois opérations que nous venons de séparer et nous prendrons comme exemple *l'organisation de la hiérarchie*.

Le problème qui se pose est évidemment : Comment hiérarchiser les agents d'une entreprise de manière à obtenir par là le rendement maximum ? Les vieilles routines donnent à ce problème diverses solutions : tantôt M. X. est le chef d'une entreprise parce qu'il y a apporté les plus gros capitaux, tantôt M. Y. commande parce qu'il est le fils du précédent patron, tantôt M. Z. est promu directeur parce qu'il est le sous-directeur le plus ancien ; quant aux attributions respectives de l'autorité suprême et des autorités subordonnées, on les règle suivant une division purement technique du travail ou plus souvent encore on ne les règle pas du tout. Il est clair que cette solution du problème n'a rien de scientifique ; c'est pourquoi il ne faut pas s'étonner des heurts d'autorité qui existent entre l'employeur incompetent ou paresseux et les employés savants et diligents ; en ordres et contre-ordres, en exigences injustifiées et en inerties systématiques, en places occupées et fonctions non remplies, on perd en moyenne la moitié, bien souvent les trois quarts, des forces productives. Néanmoins il est certainement plus facile d'inventer les aciers à coupe rapide ou le métal invar que de faire une découverte dans ce monde de la hiérarchie humaine, où le moindre pas en avant suppose des connaissances à la fois techniques, psychologiques, sociologiques, que le xix^e siècle, si avancé dans l'étude de la matière, soupçonnait à peine. Deux hommes au commencement du xx^e ont fait à cet égard des travaux remarquables dont il faut donner un aperçu : c'est M. Fayol en France et Taylor en Amérique.

Ici les deux solutions qu'ils donnent sont presque contraires. Nous les indiquerons sans avoir peur d'en marquer les oppositions qui finiront par se résoudre à un examen approfondi, et, pour mieux faire comprendre la valeur des progrès réalisés par eux, nous rapprochons leurs systèmes d'un autre qui leur est antérieur.

Donc il existe trois espèces principales de hiérarchies :

1^o *La hiérarchie militaire ou bureaucratique simple,*

2° *La hiérarchie militaire modifiée ou fayolienne,*

3° *La hiérarchie fonctionnelle ou taylorienne.*

1° *Hiérarchie militaire ou bureaucratique simple.*

Dans la hiérarchie militaire ou bureaucratique simple, *chaque subordonné n'a qu'un chef, mais qui est son chef en toutes choses.* Si l'on veut représenter cette hiérarchie par un tableau (chose qu'il faut toujours faire, tant elle est commode) on aura le schéma suivant :

Colonel	{	Chef du premier bataillon,
		Chef du deuxième bataillon,
		Chef du troisième bataillon.

ou

Directeur	{	Chef du service technique,
		Chef du service commercial,
		Chef du service comptable.

Ce n'est là que l'amorce de la hiérarchie dans un régiment ou dans une usine. Le lecteur complètera lui-même. Par exemple, pour le chef du service commercial :

Chef du service commercial	{	Chef du service des achats,
		Chef du service des ventes,

et ainsi de suite.

En résumé, le tableau d'organisation, si le nom du chef est à gauche de ceux des subordonnés, est représenté par des accolades dont la pointe est à gauche et qui s'ouvrent vers la droite. Tel est le schéma de toute organisation du type qu'on a appelé communément militaire ou bureaucratique, et qui est en effet le plus répandu dans les armées et dans les administrations publiques.

Ce qui a poussé à l'établissement d'une hiérarchie de cette espèce, c'est le principe, qui semble un axiome, de l'unité de commandement. Il s'énonce ainsi : « Chaque agent ne doit dépendre que d'une seule tête pour une même opération. » Ce principe semble évident, car lorsqu'on le viole, c'est-à-dire lorsqu'un subordonné reçoit à la fois des ordres de deux sources différentes, il ne sait plus auquel obéir. C'est le cas de l'officier d'infanterie qui reçoit des ordres simultanés et contradictoires de son commandant, de son général, de l'artillerie, de l'aviation, — ou simplement le cas de la dactylographe mise en principe au service de plusieurs bureaux et qui est appelée par tous ces bureaux à la fois. Dans ces deux cas, le principe hiérarchique est représenté par des accolades convergeant vers la droite et non plus vers la gauche, par exemple :

Chef du bureau des achats	{	une dactylographe.
Chef du bureau des ventes		

Le symbole que nous avons adopté représente donc bien la règle de l'unité de commandement.

Ces préliminaires posés, c'est ici qu'il faut faire la distinction entre le type simple et le type modifié. Dans le type que nous appelons simple, l'autorité du chef est pour ainsi dire absolue et universelle : les chefs intermédiaires ont très peu d'initiative, très peu de responsabilité, bref ce ne sont guère que des agents de transmission. Tout le monde connaît les critiques multiples et acerbes, pas toujours injustifiées, que les romanciers et les journalistes ont adressées aux armées du temps de paix et aux bureaux des ministères. Ces critiques portent d'ailleurs diversement suivant les cas, et, en tous cas, elles sont d'autant plus vraies que les peuples à qui elles s'adressent sont plus voisins de l'Est. Les Anglo-Saxons par exemple sont de vigoureuses personnalités qui supporteraient mal qu'un chef suprême se mêlât de trop près des détails de leur service ; les Prussiens ont l'obéissance passive qui bien souvent leur fait faire, dans la vie intellectuelle comme dans la vie physique, un pas de parade de marionnettes ; quant à la Russie, ses fonctionnaires sont beaucoup plus préoccupés de se couvrir devant leurs chefs que d'inventer quelque chose de hardi dans l'intérêt de leur administration ou du public, et cela sous le vieux tsarisme des Romanoff comme sous le néo-tsarisme de Trotski. La France est située entre les États-Unis et l'Allemagne. Néanmoins, pour tâcher d'exirper de chez nous des restes de mécanisation de l'individu que nous devons à une vieille tradition créée par les gouvernements centralisés, M. Fayol, s'appuyant sur une longue pratique de l'industrie métallurgique et minière, a fait une théorie générale d'une hiérarchie nouvelle qui emprunte encore quelque chose à la rigidité de la hiérarchie militaire, mais en l'assouplissant dans le sens que nous allons décrire.

2° *Hiérarchie militaire modifiée par M. Fayol.*

La modification ne porte pas sur la position respective des chefs et des subordonnés, mais sur l'esprit qui anime leurs relations. *L'initiative et la responsabilité, au lieu d'être concentrées entre les mains du chef suprême, sont partagées entre tous.* Entre le chef suprême et l'ensemble des chefs subordonnés il n'y a pas cette opposition de nature qui faisait du premier un moteur et des autres des rouages, il y a une simple différence de degrés, tout le monde étant moteur dans sa sphère. Il n'y a plus en haut un homme et au-dessous des fantoches, il y a des hommes du haut en bas.

Dès lors le tableau est le même dans les deux cas, du moins dans sa forme extérieure, puisque rien n'est changé qu'un esprit. Si nous voulions cependant représenter cet esprit par un symbole graphique, nous y arriverions de la façon suivante. Dans le premier système, nous écririons le nom du directeur général en caractères gras, de

manière à faire ressortir la prépondérance de sa personnalité, et de même nous dessinerions en traits appuyés toutes les accolades, pour bien montrer la puissance de l'émanation que cette personnalité fait rayonner : quant aux noms de ses collaborateurs ils seraient en caractères minces, de manière à bien symboliser leurs personnalités effacées. Au contraire, dans le type fayolien, les noms de tous les collaborateurs seraient écrits avec les mêmes gros caractères, tandis que les accolades seraient réduites, pour bien montrer que des volontés puissantes ne reçoivent d'en haut et ne transmettent en bas que des instructions incapables d'écraser ceux qu'elles relient. Ce système fonctionne chez nous dans une foule d'entreprises, dans l'industrie, dans des administrations bien organisées, dans les armées en campagne, sauf peut-être les cas où un assaut, dont le déclenchement est prévu à une seconde près, ôte aux chefs des différents éléments toute initiative quant à l'heure, au but et au chemin ; mais par contre quelle effroyable initiative morale il leur laisse !

3^e Hiérarchie fonctionnelle de Taylor.

Cependant diverses objections ont été faites aux deux premiers systèmes. Les plus puissantes viennent de Taylor. Taylor en effet considère que, si un subordonné n'a qu'un seul chef qui le commande en toutes choses, ce chef devrait être aussi omniscient qu'il est omnipotent. Prenons par exemple, dit-il, le cas très simple de l'atelier. L'atelier ancien et classique dépend d'un contremaître unique (ce qui correspond en effet à la hiérarchie militaire modifiée ou non). Ce contremaître est chargé à la fois de la discipline générale, de l'entretien des machines, de l'embauchage des ouvriers, de la fixation du prix de base, du contrôle du travail, etc... Taylor, en analysant ses fonctions, lui en trouve une dizaine. En passant au crible les contremaîtres réels qu'il connaît, il trouve que la presque totalité ne possède que la moitié des qualités exigées par ses fonctions, et, si, quelqu'un les possédait toutes, il faudrait en faire non pas un contremaître mais un directeur général ou un ministre. Ce qu'il dit du contremaître doit s'appliquer avec plus de force encore à des chefs d'atelier, à des ingénieurs principaux, à des directeurs d'usine. C'est pourquoi il propose une hiérarchie fondée sur un principe tout nouveau. *Quand un chef a plusieurs fonctions à remplir, il faut diviser sa personne en autant d'individus qu'il est nécessaire pour que ses fonctions soient bien remplies, et alors chaque subordonné se trouve sous l'action de plusieurs personnes.* Je dis « sous l'action de plusieurs personnes » et non pas « sous les ordres de plusieurs chefs », j'emploie à dessein les mots vagues d'action et de personnes, car, comme nous le verrons tout à l'heure, en même temps que cette hiérarchie multiplie ceux

qui sont à l'échelon supérieur, elle change la nature de leurs rapports avec ceux qui sont aux échelons inférieurs.

Sans préjuger pour le moment ces rapports, voici un exemple du tableau d'organisation dans le type fonctionnel :

Directeur	{ Ingénieur en chef (études et essais). Sous-directeur technique (fabrication, achats, entretien). Chef de la comptabilité.	{ Chef de la fabrication.
-----------	--	---------------------------

Donc un agent comme le chef de la fabrication est en rapport avec trois centres de direction suivant qu'il remplit l'une ou l'autre des trois fonctions que ces centres animent.

Ce tableau se concrétise d'une façon particulièrement intéressante dans le cas de l'atelier qui a été spécialement étudié par Taylor ; son tableau est très connu ; nous nous permettons cependant de le reproduire pour que nos lecteurs l'aient plus facilement sous les yeux.

AU BUREAU DE RÉPARTITION DU TRAVAIL

A L'ATELIER

Préposé aux ordres de travaux (rédige des feuilles indiquant l'ordre dans lequel chaque catégorie d'ouvrier ou chaque espèce de machine doit participer à un travail).	Chef de brigade (prépare le travail jusqu'à ce que la pièce soit mise sur la machine).	Ouvrier
Rédacteur des fiches d'instruction (fiches à l'usage des ouvriers, donnant dessins, nombre de pièces à faire, manière détaillée de s'y prendre, temps, tarifs, etc.).	Chef d'allure (commence sa mission dès que la pièce est montée sur la machine ; renseigne les ouvriers sur la façon de travailler et dans le temps voulu).	
Comptable du temps et des frais de main-d'œuvre (envoie aux ouvriers, par la fiche d'instruction, ce qu'il leur faut pour déterminer le temps et le prix de revient de chaque pièce).	Surveillant (se borne à surveiller la qualité du travail).	
- Chef de discipline (intervient en cas d'insubordination, paresse, retards, etc.).	Chef d'entretien (assure l'entretien des machines, propreté, lubrification, etc.).	

En résumé, le système fonctionnel s'appelle fonctionnel parce que les centres d'attache des liens hiérarchiques ne sont point des hommes, mais des fonctions, et ces liens, au lieu d'être représentés comme dans

les précédents systèmes par des accolades ou des flèches divergeant vers la droite, sont représentés au contraire par des accolades ou des flèches qui convergent à partir de la gauche. On voit que, au moins pour la forme, l'opposition est complète. Elle s'atténue dans le fond. C'est que les accolades ou les flèches, *pour M. Fayol, expriment réellement des commandements, pour Taylor elles expriment surtout des influences*. Les directeurs en régime militaire sont des chefs, la plupart des contremaîtres du régime fonctionnel ne sont que des instructeurs. Dans le premier cas, l'autorité a bien souvent pour rôle de briser des résistances, dans le second l'autorité fait place à une intelligence qui aide le subordonné à bien faire une besogne qui ne lui déplaît point et lui fait gagner de l'argent. Ces remarques très profondes de M. Vaudein donnent la principale clef du problème. D'ailleurs, dans l'atelier de Taylor, une unité de commandement existe, quoique invisible aux ouvriers, dans le bureau de préparation du travail, et certains ateliers qui ont adopté le type fonctionnel, en copiant rigoureusement Taylor dans ce bureau de préparation, ont laissé à l'atelier un contremaître unique, pour éviter malgré tout des heurts toujours possibles entre les quatre fonctionnaires qui le remplaceraient auprès de l'ouvrier.

Cependant l'opposition n'est qu'atténuée. Deux esprits différents animent les deux systèmes. Leurs adeptes tiennent énergiquement aux bases extrêmement solides sur lesquelles l'un et l'autre s'appuient, ici le principe du commandement unique et de l'initiative responsable, là le principe de la compétence maximum de chaque fonctionnaire pour mâcher la besogne des agents qu'il dirige. Dans ce conflit, quel parti prendre ?

Certains ont posé la question comme un dilemme, choisissant intégralement l'un des systèmes et rejetant l'autre tout entier, pour des raisons diverses où le chauvinisme avait sa part. Pour nous, nous procéderons autrement et nous nous demanderons s'il n'y a pas des cas privilégiés pour l'une ou l'autre des deux hiérarchies. Une enquête déjà assez copieuse, mais qu'il faudrait sans doute pousser davantage, nous montre que *la hiérarchie militaire modifiée* s'applique de préférence dans deux cas :

1° *Dans une entreprise dispersée* comme une armée dont les différentes unités s'étendent sur un grand front, comme une société minière et métallurgique qui a des usines éloignées les unes des autres et dont chaque mine elle-même est dispersée le long de nombreux filons, ou encore comme une maison d'importation et d'exportation qui a des comptoirs placés en diverses parties du monde avec des communications difficiles, même par télégraphe et en se servant de codes. En

effet, si nombreuses que soient les qualités idéales du chef de chaque unité, de chaque usine, de chaque comptoir, il ne serait pas économique d'avoir en chaque point cinq ou six directeurs ; d'autre part la dispersion est trop grande pour qu'on puisse réunir les fonctions directoriales au siège central seul en la personne de cinq ou six directeurs communs qui mèneraient par câblogramme ou par sans fil toutes les fractions de l'entreprise ; il faut donc en chaque point un chef pleinement responsable : l'omnipotence doit fatalement primer l'omniscience.

2° *Dans les moments de crise d'une entreprise*, par exemple une crise proprement dite comme une mévente qui force à réduire la production, une crise de croissance, comme celle que subit toute entreprise qui se développe brusquement, une crise permanente comme cela se produit dans certaines mines où les incendies sont fréquents (l'ancienne mine de Commentry en était un exemple) ou dans une armée en campagne où l'on est constamment sur le point d'aller au feu. Dans ces cas, l'intelligence, et en particulier l'intelligence organisatrice, joue moins de rôle qu'une volonté énergique capable d'un puissant sursaut. Dès lors ce que l'on demande au chef, ce n'est pas tant une spécialisation admirablement adaptée que des qualités d'entraîneur d'hommes qui franchissent tous les obstacles. Or la première condition pour grouper en un seul faisceau les volontés de ses subordonnés, c'est l'existence d'un chef unique.

Au contraire, *le système fonctionnel* s'appliquera naturellement dans les deux cas opposés :

1° *Dans une usine concentrée ;*

2° *En marche normale.*

Le lecteur en trouvera lui-même les raisons ; elles sont exactement la contre-partie de celles que nous venons de donner.

On peut aller plus loin : une même entreprise peut avoir des parties organisées militairement et d'autres parties organisées fonctionnellement. C'est ainsi qu'une entreprise du genre de celle que dirigeait M. Fayol peut adopter le système fayolien dans ses mines et au contraire tayloriser les ateliers, pendant qu'un atelier de construction mécanique taylorisé devra au moment d'une grève revenir vigoureusement au principe de l'unité de commandement.

Nous venons d'insister sur une partie de l'organisation, l'établissement d'une hiérarchie ; on devine les liens entre cette organisation d'hommes et l'organisation de choses qui lui permet de se réaliser efficacement. Dans l'organisation fonctionnelle, par exemple (et nous venons de voir qu'elle est de règle dans toute entreprise concentrée en marche normale), si la division des compétences chez les chefs de l'usine a pour but une préparation minutieuse du travail de l'ouvrier,

leurs instructions doivent s'exprimer par des fiches de travail que les ouvriers auront constamment sous les yeux ou par des fiches de magasin qui permettront au magasinier d'avoir constamment garni son stock d'outils et de matières premières, de manière à éviter les arrêts de fabrication. Dès lors se pose le problème de la rédaction et du classement de ces fiches. Dans la rédaction on aura souvent à se servir de machines à écrire et à additionner à la fois, dans le classement on aura à se servir de divers meubles classeurs et de tous les procédés d'ordre intellectuel qui permettent de retrouver un document sûrement et rapidement. Si nous avons séparé les deux actes de hiérarchiser des hommes et de disposer des choses, ce n'était que pour la commodité de notre analyse ; en réalité les deux besoins se tiennent.

Toutes deux apparaissent également à l'usine proprement dite ou dans les bureaux, qu'il s'agisse d'un bureau d'une maison de commerce, du bureau d'une administration publique et de ce qu'on pourrait nommer le bureau d'une bibliothèque. Ainsi prenons l'exemple des classeurs. On adopte dans la plupart des cas le classeur vertical ; son principal avantage est d'économiser de la place, car l'espace contenu entre les feuilles de gros carton qu'on appelle des guides est celui d'un tiroir d'épaisseur variable avec la quantité de documents qu'il renferme. Or on peut voir le même système employé dans un magasin de fer ; les barres de fer y sont classées par catégories, debout, le pied dans des fosses de façon que le milieu de la barre vienne à la hauteur de l'épaule du manœuvre qui la soulèvera ; là, pour gagner de la place, les lots de barres sont séparés les uns des autres par des guides métalliques qui peuvent se déplacer le long du mur qui les soutient, de manière à laisser au lot plus ou moins de place selon qu'il s'accroît ou qu'il diminue, c'est exactement le principe du classeur vertical des bureaux. De même on se sert souvent dans un bureau du classement dit décimal : supposons qu'on veuille classer une correspondance de clients par ordre de profession ; ces professions seront divisées en un certain nombre de grandes catégories : métallurgie, textiles, industries chimiques, etc., qu'on désignera par les chiffres 1, 2, 3, etc. Si le nombre de ces catégories, était supérieur à 10, on les désignerait par les lettres *a*, *b*, *c*, ou on emploierait deux chiffres, écrivant alors pour les premiers : 01, 02, 03, ... ; on subdiviserait les textiles en laine, coton, etc., représentés par les chiffres 1, 2, etc., au second rang ; on subdiviserait les cotons en filature, tissage, impression, etc., avec les chiffres 1, 2, 3, etc., au troisième rang, et ainsi de suite indéfiniment ; ainsi l'ensemble des filatures de coton serait représenté par le chiffre 221, et des spécifications nouvelles s'exprimeraient par des chiffres placés à la droite de ce nombre. De même, si l'on veut classer des

pièces dans un magasin, on représenterait par exemple des clous par le nombre 1 ; des clous de fer par le nombre 13, des clous de fer de 4 centimètres de long par le nombre 134, etc. ; le principe est exactement le même.

Aussi ne doit-on pas négliger, si l'on est industriel, les études d'organisation faites par les ingénieurs du bureau, pas plus qu'on ne doit négliger, si l'on est à la tête d'un bureau, les recherches faites par des professionnels de l'industrie. Suivant l'occasion c'est tantôt dans l'un, tantôt dans l'autre de ces deux mondes que l'on découvre le plus de nouveautés fécondes. Leur interpénétration est nécessaire si l'on veut arriver à une science complète de l'organisation.

Cette science, il faut l'avouer avec modestie, ne fait que s'ébaucher, mais les résultats qu'elle a déjà acquis sont assez précieux pour que celui qui les ignore de parti pris commette un crime contre la production. Cette production enfin est intensifiée non point par les vieux procédés qui consistaient à augmenter la journée de travail, à dire aux subordonnés « débrouillez-vous » et à les renvoyer brutalement s'ils manquaient de génie inventif ou de santé exceptionnelle. L'augmentation de rendement dépend désormais d'une organisation qui évite les mouvements inutiles ou l'énervement qui les accompagne. Si cette organisation est une science progressant par les procédés scientifiques normaux, c'est aussi une science orientée vers l'homme de manière à lui éviter toutes les besognes qui peuvent être faites par des instruments inférieurs à lui-même. Nous le devinons dès maintenant, nous le comprendrons mieux encore après avoir étudié la deuxième partie de l'administration, celle qui touche de plus près à la psychologie.

(A suivre.)

TÉLÉPHONIE ET TÉLÉGRAPHIE MULTIPLEX

AU MOYEN DES COURANTS A HAUTE FRÉQUENCE (1)

Par E. H. COLPITTS et O. B. BLACKWELL (2).

INTRODUCTION

La méthode dite du « courant porteur » pour obtenir des communications multiples aussi bien téléphoniques que télégraphiques est une des plus importantes et des plus intéressantes au point de vue technique, parmi toutes celles qui, pendant ces dernières années, ont été réalisées pour la transmission électrique de la parole. Les pages qui vont suivre résument sommairement les développements successifs de cette question, indiquent les principes utilisés et décrivent l'application qui en a été faite dans l'immense réseau téléphonique américain connu sous le nom de système Bell.

Dans un système multiplex de ce genre, un certain nombre de transmissions téléphoniques, télégraphiques ou d'appel sont établies simultanément sur un même circuit électrique, par l'emploi d'un courant alternatif séparé, dit « courant porteur », pour chacune des transmissions. Ce courant porteur varie suivant les variations des courants correspondant aux messages téléphoniques, télégraphiques ou aux signaux d'appel. Les fréquences des différents courants porteurs, cheminant simultanément sur un même circuit, doivent être suffisamment différentes, pour permettre leur séparation et leur réception par des circuits appropriés. Chaque courant porteur peut être d'une fréquence audible ou inaudible, mais doit être d'une fréquence supérieure

(1). « Carrier current telephony and telegraphy ». Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 16 février 1921.

(2). Ingénieurs à la Western Electric Co

à la fréquence la plus élevée contenue dans le message auquel il correspond.

Leur nom de courant porteur vient de ce que, en quelque sorte, ils portent la transmission téléphonique, télégraphique ou d'appel qui les contrôle.

Les principes fondamentaux d'un tel système sont anciens, et remontent même à l'époque de l'invention du téléphone, car ce sont les expériences de Bell sur les appareils télégraphiques multiplex à tige vibrante, qui l'on conduit à sa découverte du téléphone. Nous donnons plus loin un court historique des développements successifs de ce système pendant les quarante années qui se sont écoulées entre sa conception par les premiers chercheurs et sa réalisation actuelle.

En jetant un regard sur l'histoire du courant porteur, il apparaît que la réussite de systèmes multiplex basés sur ce principe, devait attendre l'évolution des idées fondamentales sur le mécanisme du courant porteur, aussi bien que la réalisation d'appareils entièrement nouveaux et l'étude de la transmission des ondes électriques, qui caractérisent les progrès récents dans la téléphonie à grande distance.

Les systèmes téléphoniques et télégraphiques décrits dans les pages qui vont suivre assurent un service permanent sur des circuits à grande distance du réseau Bell. Les installations téléphoniques réalisées permettent jusqu'à quatre conversations téléphoniques simultanées, en plus des communications téléphoniques ou télégraphiques normalement assurées par ces circuits. Les installations télégraphiques en service permettent jusqu'à dix communications télégraphiques duplex simultanées, en plus des communications téléphoniques ou télégraphiques passant normalement sur ces circuits. Ces chiffres ne doivent pas être regardés comme indiquant le maximum des communications qu'il sera économique d'employer ultérieurement, mais donnent les résultats obtenus sur les circuits assurant actuellement un service commercial.

Les communications rendues possibles par cette méthode satisfont, en général, aux conditions de transmission imposées

aux communications sur les circuits à grande distance. Elles sont relativement stables ; leur entretien est assuré par le personnel habituel. Ces circuits peuvent être réunis entre eux et avec les circuits ordinaires, et en général offrent autant de commodité, de souplesse dans l'exploitation, que les circuits de la pratique normale.

Les développements successifs ont donc rendu possible des types nouveaux de circuits ; ces circuits devaient correspondre aux transmissions parfaites exigées dans les services publics, par l'emploi d'appareils également très étudiés qui malheureusement coûtent très cher. Il en résulte que le coût de ces systèmes tout au moins à présent, est tel, qu'il ne rend leur emploi économique que sur des circuits interurbains relativement longs. Pour des circuits interurbains assez courts et pour un service urbain, des résultats équivalents peuvent être obtenus plus économiquement par les méthodes utilisées jusqu'à ce jour.

HISTORIQUE

Ainsi que nous l'avons déjà indiqué, ce système multiplex trouve son origine dans les systèmes télégraphiques multiplex remontant à l'époque de l'invention du téléphone. Gray, Bell, Van Rysselberghe, Edison et Mercadier ont contribué à ces premières recherches.

Tous les systèmes inventés par ces premiers chercheurs sont caractérisés par l'emploi d'instruments accordés pour la production et la sélection des diverses fréquences. Les principaux perfectionnements apportés à ce système sont l'œuvre de Mercadier.

Peu après 1890 s'est produit un autre progrès remarquable, ce fut l'utilisation de la résonance électrique, au lieu de la résonance mécanique, pour la sélection des fréquences du courant porteur. Il est curieux de noter que le professeur Pupin, Hutin et Leblanc, John Stone, inventèrent presque simultanément et indépendamment l'un de l'autre la méthode électrique pour la sélection des courants à des fréquences différentes. En Amérique la priorité fut accordée à Pupin.

Dans le schéma de Pupin à chacune de ses extrémités, la ligne se divise en trois branches et chaque circuit est accordé pour une fréquence particulière au moyen d'une capacité et d'une self.

Chacune de ces voies peut transmettre dans les deux directions, mais non simultanément. Chaque générateur est constitué par un diapason commandant un contact ou un transmetteur microphonique ; la réception peut être obtenue soit par un récepteur téléphonique ou sur un appareil à tige vibrante qui est commandé par un amplificateur microphonique.

Pupin a également inventé un détecteur électrolytique qui peut être utilisé dans un circuit télégraphique.

Le but de ce détecteur était de redresser le courant alternatif et de permettre ainsi l'emploi d'un relais télégraphique. Ce fut le point de départ de l'emploi des deux appareils spéciaux accomplissant chacun l'une des deux fonctions essentielles de la réception de courant porteur, savoir :

1° Reproduction des variations du courant représentant un signal d'émission et transmis par le courant porteur.

2° Détection des signaux au moyen d'un relais ou d'un récepteur téléphonique.

La séparation de ces deux fonctions est importante dans ce système, parce qu'elle permet d'opérer la détection en un point différent de celui où se fait la lecture ou l'interprétation des signaux.

Bien que tous ces travaux s'appliquaient surtout au télégraphe, ils ne tardèrent pas à être utilisés en téléphonie par Gibboney, Hutin et Leblanc, John Stone. Leurs prédécesseurs avaient utilisé les fréquences de quelques centaines de périodes, mais ces inventeurs pressentirent la nécessité d'employer en téléphonie des fréquences plus élevées afin de conserver les caractéristiques des courants de la parole.

C'est ainsi que les travaux de cette époque préconisèrent l'emploi des courants porteurs ayant des fréquences de l'ordre des dizaines de mille ; il a été trouvé depuis, que ces valeurs sont les meilleures. Hutin et Leblanc démontrèrent d'une façon

simple, l'intérêt des fréquences relativement élevées pour la téléphonie.

Le système multiplex inventé par John Stone (1) était analogue à ceux de Pupin, Hutin et Leblanc, dont nous avons parlé ci-dessus. Il contenait toutefois, une amélioration importante par rapport aux systèmes de ses contemporains ; il accordait chaque branche individuellement au lieu d'accorder l'ensemble d'une extrémité à l'autre pour chaque courant porteur, comme le faisaient Pupin, Hutin et Leblanc. Ce perfectionnement est également remarquable dans un des systèmes qu'il a mis au point peu après et qui est spécial pour les transmissions à haute fréquence.

John Stone réalisa et essaya son système dans les Laboratoires de l'American Bell Telephone Co en 1894. Les courants à haute fréquence étaient produits par de petits arcs alimentés par une source à courant continu à travers une bobine de self adéquate. Une des électrodes de chaque arc était très légère et était fixée à un diaphragme qui, lorsqu'il était actionné par la voix, produisait la modulation des courants à haute fréquence émis par l'arc.

Le dispositif indiqué est aussi intéressant en ce qu'il montre les circuits accordés du côté transmetteur aussi bien que du côté récepteur et réunis en série à la ligne ; ce dispositif est une variante des connexions en parallèle, indiqué sur les systèmes précédents.

A propos de ces premiers systèmes multiplex, on doit se rappeler que dès 1886, Van Rysselberghe avait reconnu l'avantage de superposer des circuits à courant alternatif sur des circuits à courant continu, permettant ainsi l'emploi des fils télégraphiques ordinaires pour des transmissions multiplex. L'idée d'étendre la gamme des fréquences employées par le système multiplex jusqu'à la limite, c'est-à-dire jusqu'à la fréquence 0, comprenant par conséquent le courant porteur employé pour l'appel, aurait été évidente pour une science plus avancée, mais cette découverte, faite à cette époque, montre la claire conception possédée par ces inventeurs.

(1) Brevets américains nos 726.368, 726.476, 729.103, 729.104 de 1903.

On voit donc que les bases du système multiplex par courant porteur ont été posées dans les années 1890 et qu'à cette époque on avait conçu les points fondamentaux suivants :

1° Sélection électrique avec accord des circuits.

2° Utilisation des courants porteurs à haute fréquence, produits d'une façon continue.

3° Modulation du courant porteur, telle qu'elle est produite par un microphone.

4° Détection et matérialisation des courants à haute fréquence par des moyens répondant toujours et proportionnellement aux courants reçus.

Similitude avec les progrès Radio-Électricité. — Les progrès de la télégraphie sans fil sont venus distraire les ingénieurs et les savants qui, sans cette nouvelle application de la science, auraient continué à se consacrer à la Télégraphie Multiplex avec fil, dont les débuts étaient si prometteurs.

Au début de la télégraphie sans fil, on utilisa des courants à très haute fréquence, produits par la méthode de l'arc ; puis on utilisa des fréquences de plus en plus basses, mais de moins en moins discontinues. Finalement avec l'emploi des ondes entretenues, l'échelle des fréquences radio-électriques recouvrit les fréquences utilisées au début pour les transmissions à haute fréquence avec fils. Le système à courant porteur utilisait à l'origine des fréquences audibles et s'étendit jusqu'à des fréquences inaudibles où il rencontra plus tard les fréquences radio-électriques. La similitude des progrès de ces deux systèmes de communications est mise en évidence par le fait que les principaux progrès qui sont indiqués ci-dessus pour le système multiplex sont précisément ceux qui marquent les étapes de la télégraphie sans fil. En relisant les quatre points ci-dessus et en les appliquant à la transmission radio-électrique, le parallèle paraîtra tout à fait exact.

Ces idées sur la transmission par ondes entretenues étaient jugées à leur exacte valeur en radio-électricité vers 1905, bien qu'elles n'aient pu être complètement réalisées que dans ces dernières années. Il était naturel que les ingénieurs de la télé-

graphie sans fil appliquent leurs idées à la transmission sur fil en utilisant des appareils radio-électriques qui, bien que différents dans la forme, utilisent les mêmes principes que les appareils des premiers télégraphistes.

En même temps que se produisait cette évolution, Vreeland, Bela Gati et Maier firent leurs recherches sur la transmission avec courant porteur. Vers 1906, Vreeland, utilisant son oscillateur à vapeur de mercure comme générateur de courants sinusoïdaux, établit un système télégraphique multiplex à courant porteur, qui comporte divers perfectionnements dont l'emploi de circuits accordés variant avec l'impédance de la ligne. Le résultat commercial fut la réalisation du système « phantoplex » établi par les ingénieurs de la Postal Telephon Co et utilisé en grand par cette compagnie. Dans ce système une voie télégraphique à fréquence relativement basse était superposée sur le circuit ordinaire à courant continu.

En plus des inventeurs ci-dessus on doit citer les noms de Ehret et Kitsee. Ehret inventa un système téléphonique multiplex comprenant des amplificateurs et Kitsee une voie télégraphique à courant porteur travaillant sur un circuit téléphonique ordinaire.

Avant 1910, Ruhmier, en Europe, avait entrepris des expériences de transmission à haute fréquence sur fil, employant des appareils radio-électriques.

Il employait des arcs comme générateurs à haute fréquence, des microphones comme modulateurs et accordait à l'extrémité émettrice aussi bien que réceptrice ; un détecteur radio-électrique était intercalé dans le circuit de réception.

En 1910 et 1911, le Major Général Squier réalisa toute une série d'expériences avec des courants porteurs, sur un court câble téléphonique. La publication du résultat de ces expériences ramena l'intérêt sur ces recherches et la communication qu'en fit Squier au mois de mai 1911, à l'Institut des Ingénieurs Électriciens Américains, fut une source de longues discussions.

C'est au cours des recherches sur la télégraphie sans fil que fut réalisée, dans sa forme simple, la lampe à trois électrodes,

qui était destinée à jouer un rôle extrêmement important, non seulement en radio, mais dans les communications avec fil. Inventée par Edison, elle fut utilisée pour la première fois comme détecteur radio-électrique par Fleming, vers 1904. En 1906, Deforest lui apporta une amélioration importante en y ajoutant la grille, la rendant ainsi capable de servir d'amplificateur. L'histoire de cet appareil remarquable est contenue dans de nombreuses publications techniques, et nous n'en parlerons ici que dans ses rapports avec le système multiplex à courant porteur.

L'historique contenu dans les pages précédentes, nous amène à l'année 1912. Vers cette époque, l'introduction, par Lowenstein, d'une batterie de grille négative, permit d'utiliser la lampe comme amplificateur sans distorsion. Depuis cette époque, en plus des perfectionnements qui furent apportés par les ingénieurs du système Bell qui sont décrits ci-dessous, d'autres chercheurs ont travaillé à son application. Parmi ces derniers, nous devons citer, la General Electric Company, le Signal Corps Américain, Lee Deforest, Fleming et certains savants européens, particulièrement en France et en Allemagne.

Recherches électriques par les ingénieurs du Réseau Bell. — Les progrès les plus importants réalisés dans le domaine de la téléphonie depuis 1912, et auxquels les Services de recherches du Réseau Bell (1) ont largement contribué, peuvent se résumer comme suit :

1° Création d'un type de lampe à trois électrodes d'un fonctionnement sûr et stable, utilisable comme amplificateur, modulateur ou démodulateur.

2° Création du filtre électrique et d'une technique permettant la séparation de courants électriques de différentes fréquences.

3° Utilisation d'une technique nouvelle pour les études de transmission sur fil, particulièrement en ce qui concerne l'emploi des répéteurs téléphoniques et des méthodes permettant d'annihiler l'induction entre circuits.

(1) Ces services comprennent le Service d'Études de l'American Telephone and Telegraph Co et les Laboratoires de la Western Electric Co.

4^o Mise au point et exploitation commerciale des systèmes à courant porteur.

Pour apprécier les travaux qui ont permis la réalisation d'une exploitation commerciale des systèmes à courant porteur, il est bon de rappeler qu'un tel système doit offrir les mêmes facilités et les mêmes avantages que les systèmes ordinaires, c'est-à-dire qu'il doit avoir le même degré de sûreté, de stabilité et de secret, et ne pas être plus sensible que ceux-ci aux phénomènes d'induction. De plus, de tels circuits doivent pouvoir être entretenus facilement et être interchangeables comme un circuit quelconque d'une installation ordinaire. Toutes ces conditions doivent être remplies avec une dépense moindre que celle nécessitée par les circuits ordinaires assurant un même service.

La lampe à 3 électrodes. — Diverses communications faites devant l'Institut des Ingénieurs (1) américains ont déjà décrit la lampe à 3 électrodes, ses conditions d'emploi comme amplificateur, ainsi que ses applications à la télégraphie sans fil (2). Le succès obtenu dans ces deux applications montre que cet appareil contenait en lui-même la solution des difficultés qui, jusqu'à présent, empêchaient l'utilisation commerciale des systèmes Multiplex. La lampe à 3 électrodes montée dans un circuit oscillant fournit une source peu encombrante et sûre d'oscillations entretenues avec des fréquences facilement réglables. Utilisée comme amplificateur de courants à basses fréquences aussi bien qu'à hautes fréquences, elle supprime la nécessité d'avoir des courants intenses sur les lignes. Employée comme modulateur et démodulateur, elle offre le moyen idéal d'appliquer les ondes sonores sur un courant porteur et de les transformer dans leur forme originelle à la station réceptrice. De plus, ces lampes ont permis de constituer des appareillages dont le fonctionnement est très stable et qui peuvent être entretenus simplement par une inspection régulière et périodique.

(1) Voir Gherardi et Jewett (communication d'octobre 1919, traduction dans les *Annales des P. T. T.* de 1919).

(2) Craft et Colpitts.

Filtres électriques. — Une autre invention qui fut d'une importance vitale pour le succès des systèmes téléphoniques multiplex, est celle du filtre « par bandes » inventé par J. A. CAMPBELL (1). Sans de tels filtres, il serait impossible d'utiliser économiquement les fréquences relativement voisines, employées aujourd'hui dans les systèmes téléphoniques à courant porteur ou de séparer ces différentes fréquences les unes des autres ou des fréquences téléphoniques et télégraphiques ordinaires.

Les systèmes accordés, utilisés à l'origine ou bien introduiraient une distorsion inadmissible ou nécessiteraient l'emploi de fréquences très éloignées les unes des autres si toutefois il était ainsi possible d'obtenir une distorsion admissible.

Le filtre Campbell permet donc d'utiliser des voies de fréquences très rapprochées et relativement basses qui sont celles où les difficultés de transmission sur les lignes sont réduites au minimum.

Transmission sur les circuits métalliques. — L'affaiblissement, pour les fréquences utilisées dans les systèmes à courant porteur, étant plus grand que pour les fréquences téléphoniques ordinaires, un tel système nécessitera des répéteurs à des intervalles assez rapprochés sur la ligne. Cette condition a rendu nécessaire la création de répéteurs pour hautes fréquences, et comprenant l'examen de toutes les questions décrites dans la communication déjà citée sur les répéteurs téléphoniques. De même que pour les répéteurs téléphoniques ordinaires, l'amplification maximum possible de chaque répéteur dépend uniquement de la ligne, et particulièrement de l'équilibre qui peut être maintenu entre la ligne et la ligne artificielle correspondante, ainsi que de l'absence plus ou moins grande d'induction causée par les circuits métalliques voisins.

Cette nécessité d'éviter l'induction entre circuits, fit rechercher des méthodes plus précises pour l'établissement et la transposition des circuits. Pour éviter les pertes importantes et les

(1) J. A. Campbell, Ingénieur à l'American Telegraph and telephone Co. Voir Brevets Américains n°s 1.227.113 et 1.227.114 de 1917.

irrégularités introduites dans les lignes aériennes, par les sections en câble, on étudia et réalisa de nouveaux types de pupinisation des câbles pour les circuits à courants porteurs.

Mise au point d'une exploitation commerciale. — En 1914 on créa, dans une forme simple, mais qui comportait toutes les bases de notre système actuel, des circuits à courants porteurs qui furent essayés avec succès au laboratoire et sur lesquels on entreprit des expériences. Les résultats obtenus incitèrent à travailler pour réaliser une application commerciale de ce système. Les appareils de mesures portatifs, nécessaires pour étudier aux hautes fréquences les lignes téléphoniques existantes, furent réalisés. On rechercha au laboratoire les limites physiques des appareils et des circuits. En se basant sur les résultats de ces différentes recherches, on établit un système multiplex complet permettant la conversation dans les deux sens et travaillant sur une ligne artificielle. Cet appareillage de laboratoire fut ensuite installé sur une ligne reliant South Bend (Indiana) à Toledo (Ohio).

L'entrée en guerre de l'Amérique arrêta ces travaux. Mais, par le fait même de la guerre, le nombre de circuits entre Washington et Pittsburg devint insuffisant. Pour augmenter le nombre de circuits disponibles on décida de faire un essai de multiplex à courant porteur entre Pittsburg et Baltimore, d'où on disposait de circuits en câble jusqu'à Washington. Vu l'urgence, les appareils utilisés dans les précédents essais furent montés à Pittsburg, pendant que l'on construisait ceux destinés à Baltimore. Cette installation fut ainsi mise en service et n'a cessé depuis lors de fonctionner avec succès.

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

La compréhension du système à courant porteur nécessite l'explication détaillée des principes sur lesquels il s'appuie. Quelques-uns de ces principes, utilisés dans les systèmes téléphoniques avec répéteurs et en radio-téléphonie, ont déjà été exposés devant l'Institut des Ingénieurs électriciens américains

dans les mémoires précédemment cités. Nous ne nous attacherons ici qu'aux points qui s'appliquent plus particulièrement aux systèmes à courant porteur. L'application en sera faite aux systèmes téléphoniques, réservant pour un chapitre spécial la question du télégraphe.

Nous examinerons d'abord le principe de fonctionnement d'un système téléphonique à une seule voie et ne permettant la conversation que dans un seul sens, et comprenant la production du courant porteur, la modulation et la démodulation ou détection. Nous examinerons ensuite le fonctionnement en multiplex avec la conversation dans un seul sens, et comprenant la séparation des différentes voies au moyen de circuits sélectifs ; puis, nous verrons comment peut être réalisée la conversation dans les deux sens avec une seule voie ou avec des voies multiples. Nous exposerons ensuite un système dans lequel aucun courant porteur non modulé n'est envoyé sur la ligne, et un mode de production de courant porteur spécialement adapté à ce système. Enfin, nous discuterons de l'emploi des répéteurs nécessaires pour amplifier ces courants à haute fréquence en des points intermédiaires, ainsi que d'autres sujets secondaires, tels que l'appel et le choix des fréquences des courants porteurs.

La fig. 1 donne le schéma d'un circuit à une voie, permettant la transmission dans un seul sens. Le générateur de courant porteur est un oscillateur à tubes à vides. Nous ne nous arrêterons pas au détail du fonctionnement des circuits oscillants qui ont été étudiés dans de nombreuses et récentes publications.

Modulation. — On appelle modulation le procédé qui consiste à combiner le courant porteur, produit par un oscillateur, avec les courants provenant d'un microphone devant lequel on parle, de telle façon que les variations du courant microphonique impressionnent le courant porteur. Le circuit, associé à une lampe à 3 électrodes, dans lequel s'opère ce phénomène, s'appelle le modulateur.

On remarquera sur le schéma que les potentiels de courant porteur et des circuits microphoniques sont mis en série, dans le circuit de grille de la lampe modulatrice, avec le courant con-

tinu d'une batterie. Le courant de plaque n'étant pas une fonction linéaire du potentiel de grille, le courant, à la sortie du tube, ne sera pas simplement la reproduction des potentiels alternatifs appliqués à la grille. En réalité le pouvoir modulateur de la lampe résulte des réactions que cette fonction linéaire produit entre les différents potentiels appliqués.

Le mécanisme de cette réaction est montré graphiquement par la fig. 2, extraite de la communication de MM. Craft et Colpitts sur la radio-téléphonie. Bien que le courant à la sortie contienne le courant modulateur (qui est ici une sinusoïde) et le courant porteur, il est évident que l'amplitude de ce dernier varie avec la valeur instantanée du courant modulateur. Par conséquent, même si l'on filtre la fréquence relativement basse du courant modulateur au moyen d'un circuit sélectif, ses variations sont conservées dans la forme de l'onde du porteur, dont la fréquence est plus élevée. La forme de cette onde porteuse modulée est indiquée à la fig. 3. La courbe A montre une onde modulée de forme irrégu-

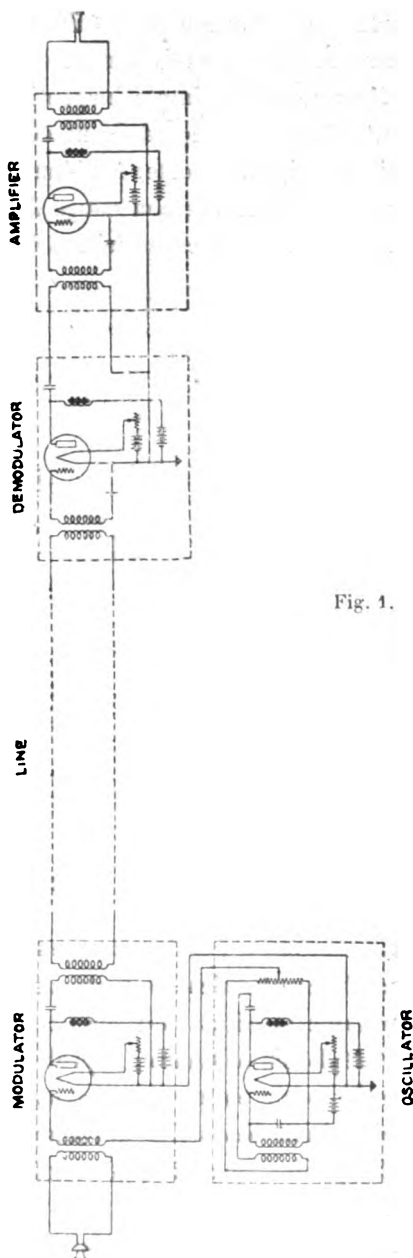


Fig. 1.

lière représentant une onde vocale ; B est une onde de courant porteur et C, une onde porteuse modulée, dont l'enveloppe a la forme de l'onde modulatrice.

Comme de la simple inspection de cette onde modulée on ne peut déduire quelles doivent être les caractéristiques du circuit qui devra la transporter à distance, nous allons examiner quelles sont les fréquences contenues dans l'onde porteuse et lesquelles d'entre elles sont essentielles. Le problème est analogue à celui

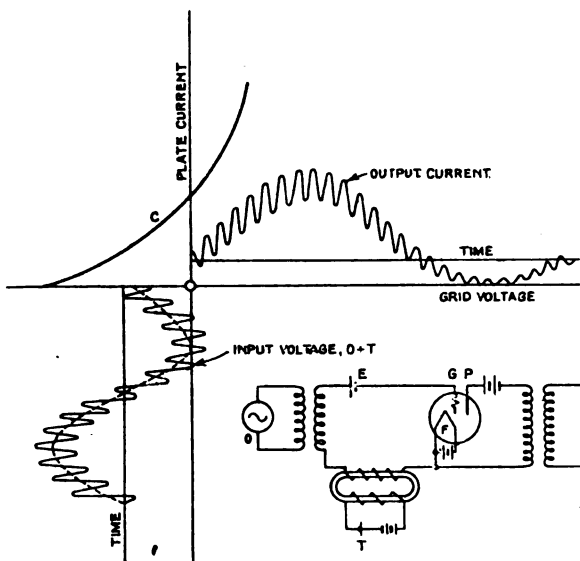


Fig. 2.

qui consiste à établir un circuit téléphonique d'après l'étude à l'oscillographe des courants de la voix plutôt que par l'analyse des caractéristiques du circuit en fonction de la fréquence. Pour la téléphonie ordinaire, le problème a été résolu en décomposant l'onde vocale en ses composantes de fréquences différentes et en recherchant lesquelles devaient être rigoureusement conservées et lesquelles pouvaient être négligées sans nuire à l'intelligibilité. Cette analyse a été faite expérimentalement au moyen des circuits sélectifs agissant dans une certaine région de fréquences. Il a été ainsi trouvé qu'un circuit peut assurer une conversation

pratiquement bonne (commerciallement parlant) s'il peut transmettre des courants alternatifs entretenus, dont les fréquences sont comprises entre 200 et 2.000 périodes par seconde. Ces

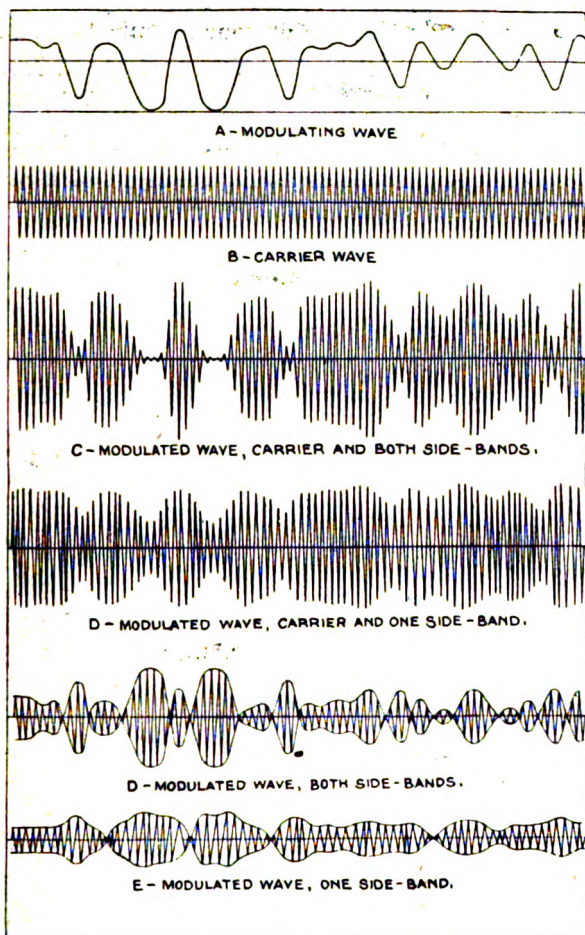


Fig. 3.

limites fixées, on peut étudier des appareils répondant à ces conditions et permettant la transmission des fréquences simples. Les résultats connus d'après les études sur les fréquences téléphoniques, peuvent être appliquées directement à la solution du problème du courant porteur (et à la radio-téléphonie) à condi-

tion de savoir quelles sont les fréquences contenues dans l'onde porteuse modulée et les rapports qui existent entre ces fréquences et les fréquences constitutives de l'onde modulatrice. Pour l'étude de la décomposition de l'onde modulée, on peut se reporter à une communication de Carson, et pour l'application aux lampes à 3 électrodes, à un livre récent de Van der Bijl (1). Nous n'étudierons ici que l'effet des composantes de l'onde modulée, dont les fréquences intéressent les phénomènes du courant porteur, bien que les ondes modulées en contiennent un bien plus grand nombre.

Supposons, pour un instant, que l'onde vocale complexe soit remplacée par un courant sinusoïdal, dont la fréquence $\frac{q}{2\pi}$ est comprise dans l'échelle des fréquences de la voix. L'enveloppe de l'onde modulée sera sensiblement une sinusoïde et nous admettrons qu'à un instant quelconque le courant sera donné par l'équation :

$$i = P (1 + k \cos qt) \cos pt.$$

Cette équation représente un courant porteur de fréquence $\frac{P}{2\pi}$, dont l'amplitude varie sinusoïdalement entre $(1 - k) P$ et $(1 + k) P$, k étant proportionnel à l'amplitude de l'onde modulatrice. Cette équation peut s'écrire sous la forme :

$$i = P \cos pt + P \frac{k}{2} [\cos (p + q) t + \cos (p - q) t]$$

Le premier terme du second membre représente une composante du courant porteur dont l'amplitude P est indépendante de q et de k , et n'a par conséquent aucun rôle dans le transport à distance des caractéristiques de l'onde modulatrice. Ces caractéristiques sont conservées par les deux autres termes, dont les fréquences sont respectivement la somme et la différence des fréquences porteuses et modulatrices, et dont les amplitudes sont proportionnelles au produit des mêmes ondes.

1) The Thermionic Vacuum tube, 1920, publié par McGraw Hill Book Co.

On voit donc que chaque composante d'une onde modulatrice créée par la parole est représentée, dans l'onde porteuse modulée qui lui correspond, par 2 composantes, dont l'une est supérieure à l'onde porteuse d'une quantité égale à la fréquence de la composante de la parole, et dont l'autre lui est inférieure de la même quantité.

Toutes les composantes essentielles de la voix seront donc conservées si la transmission conserve les composantes de l'onde modulée dont les fréquences sont comprises dans 2 bandes, la première s'étendant de la fréquence du courant porteur augmentée de 200 jusqu'à la fréquence du courant porteur augmentée de 2.000, la deuxième partant de la fréquence de ce même courant moins 200 et s'abaissant jusqu'à cette même fréquence diminuée de 2.000. Ces bandes sont appelées respectivement « bande supérieure » et « bande inférieure ».

Bien que la discussion ci-dessus s'applique particulièrement à l'emploi de la lampe à 3 électrodes comme modulateur, il doit être entendu que tout appareil ayant une caractéristique grille-plaque non linéaire pourra être utilisé comme un modulateur plus ou moins bon.

Démodulation. — Le procédé qui consiste à reproduire l'onde modulatrice originelle à basse fréquence d'après l'onde porteuse sur laquelle elle a été impressionnée, s'appelle démodulation.

Plusieurs méthodes, pour parvenir à ce résultat, sont connues depuis longtemps, telles que celles comportant l'emploi du détecteur électrolytique de Pupin ou des détecteurs à cristaux de types divers. Elles utilisent toutes la propriété de la caractéristique grille-plaque non linéaire. Toutefois, l'appareil qui est employé presque exclusivement aujourd'hui, est la lampe à 3 électrodes, et dans ce qui va suivre, nous supposons qu'elle est seule employée.

Le montage type du démodulateur à lampe est indiqué à la fig. 1, où, à la station réceptrice, une onde modulée est appliquée au circuit entrée d'une lampe. On y voit également l'emploi d'un amplificateur à basse fréquence dans le circuit sortie de la lampe démodulatrice. A cause de l'importance de la démodula-

tion et des conditions qu'elle impose à tout le système de transmission, nous nous arrêterons plus longuement à cette question. Ceux qu'elle intéresse plus particulièrement pourront se reporter aux publications déjà citées de Carson et de Van der Bijl.

Le fonctionnement du démodulateur à lampe est semblable à celui du modulateur, en ce que, si l'on applique à son circuit d'entrée 2 potentiels à des fréquences différentes, on trouvera une onde complexe dans le circuit de sortie. Quand l'onde du courant de sortie est décomposée en ses constituants, on retrouve les courants des deux fréquences égaux à la somme des fréquences d'entrée, un autre ayant une fréquence égale à leur différence, ainsi qu'une grande quantité d'harmoniques.

Les amplitudes des deux courants, dont les fréquences sont la somme et la différence des fréquences appliquées, sont proportionnelles au produit des amplitudes des potentiels appliqués. Par conséquent, lorsque l'onde modulée est envoyée par la lampe démodulatrice, nous pouvons déterminer les fréquences et les amplitudes relatives des composantes de la voix dans le circuit sortie du démodulateur, en étudiant la réaction de l'une sur l'autre des différentes paires de fréquences dans l'onde modulée.

Il est évident que si l'on trouve, après le démodulateur des fréquences de la voix, elles sont la différence de deux composantes de l'onde modulée. Si l'on retranche la fréquence du courant porteur de l'une des composantes de la bande supérieure, on obtiendra la fréquence de la parole qui a produit cette composante. L'action combinée du porteur et de toute la bande supérieure produit donc toutes les composantes de la voix avec leurs amplitudes propres, puisque les amplitudes des composantes de la bande sont proportionnelles à celles de la voix et que l'amplitude du porteur est la même pour toutes. La reproduction de l'onde vocale émise au départ résulte de l'action combinée du porteur et de la bande inférieure.

Puisque la voix peut être reproduite avec l'une ou l'autre des deux bandes seules, il n'est donc pas nécessaire de transmettre les deux. C'est pourquoi les circuits sélectifs que nous allons décrire peuvent être établis pour ne transmettre qu'une seule bande. On

voit immédiatement l'importance de cette disposition, puisqu'elle réduit de moitié les fréquences réservées à chacune des voies. La courbe D de la fig. 3 montre l'effet de la suppression de la bande supérieure sur la forme de l'onde. Non seulement l'enveloppe de la courbe est modifiée, mais les passages successifs du courant par le zéro ne sont plus également espacés.

Examinons quelles sont les actions réciproques des différentes composantes de la bande, car, dans le cas de la téléphonie, si l'onde de la voix comprend des composantes de différentes fréquences, chacune d'elles sera représentée dans la bande par une composante correspondante. L'action combinée de ces deux composantes, existant simultanément dans la bande, produit une onde dans le circuit de sortie du démodulateur, dont la fréquence est la différence de celle des composantes de l'onde vocale originelle. De tels courants nuiront à la qualité de la transmission, si leur amplitude est comparable à celle des courants reproduits. L'amplitude de ce courant nuisible est proportionnelle au produit des amplitudes des deux composantes de la bande, alors que l'amplitude de chacune des deux composantes de la voix, que l'on désire reproduire, est proportionnelle au produit des amplitudes de sa composante dans la bande et du courant porteur. Le son reproduit ne peut dominer le courant nuisible qu'en rendant le courant porteur beaucoup plus grand que chaque composante de la bande. Il en résulte que pour avoir une bonne quantité de transmission, il est nécessaire que la plus grande portion de l'énergie arrivant au démodulateur soit fournie par l'onde porteuse non modulée.

De ce qui précède, nous allons pouvoir déduire l'influence qu'auront sur l'appareil récepteur — c'est-à-dire la lampe démodulatrice — les courants perturbateurs provenant de circuits voisins (induction statique, etc...). Avec des circuits sélectifs appropriés, il ne parviendra au démodulateur que des courants dont la fréquence est comprise dans celles de la bande transmise. Ces courants peuvent donner des fréquences audibles, soit par combinaison avec les courants normaux qui utilisent cette voie, soit par réaction entre eux. A moins que les courants induits aient une amplitude plus grande que celle du courant por-

teur — dans quel cas l'exploitation commerciale est impossible — la composante du courant perturbateur de plus grande amplitude provient de la combinaison du courant perturbateur et du courant porteur. C'est pourquoi le courant perturbateur dans le circuit sortie est au courant audible détecté dans le même rapport que le courant perturbateur de la ligne l'est au courant de la bande. Il s'en suit que ce sont les courants de bande, transmettant les caractéristiques de la parole qui, dans tout le parcours de la ligne, doivent être maintenus beaucoup plus intenses que les courants perturbateurs de fréquence sensiblement la même. Cette condition est de grande importance pour l'établissement des appareils électriques compris dans les circuits avec ou sans fil utilisant le principe du courant porteur.

On voit donc que la modulation et la démodulation sont deux opérations complémentaires l'une de l'autre. On peut considérer la modulation comme étant l'élévation des fréquences essentielles de la voix dans le voisinage des fréquences du courant porteur, la démodulation étant l'opération inverse, ramenant ces fréquences à leur position normale dans l'échelle des fréquences.

(*A suivre.*)

LES STATIONS RADIOTÉLÉGRAPHIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Par M. VERDIER,
Rédacteur des Postes et Télégraphes.

Les deux premières stations de T. S. F. exploitées par l'Administration des P. T. T. furent Ouessant et Porquerolles ; ces deux postes radiotélégraphiques furent cédés par le ministère de la Marine au ministère des P. T. T. en septembre 1904.

En vue de leur utilisation pour un service commercial, l'Administration dut remplacer en grande partie l'appareillage de ces installations. A Ouessant le poste, installé dans des baraquements au Stiff, fut transféré au bourg de Lampaul dans des constructions en maçonnerie.

Peu à peu, le Ministère des Postes complète son réseau commercial : en 1908, dès leur ouverture, les stations des Saintes-Marie-de-la-Mer et de Fort-de-l'Eau inaugurent un service d'informations météorologiques.

Le poste de Boulogne-sur-Mer est ouvert en mai 1910. C'est la première station de France équipée en ondes dirigées système « Tosi-Bellini » ; ce fut le premier poste radiogoniométrique français.

En juin 1911, Porquerolles définitivement abandonné est remplacé par la station de Cros-de-Cagnes ; en mai 1912 le Bouscat est ouvert à la correspondance générale ; la station du Havre terminée en août 1914 fut, en raison des hostilités, remise au service de la Marine ; en 1918, Bonifacio achevé est également remis à la Marine.

Le 12 décembre 1918 les stations radiotélégraphiques suivantes, construites par les P. T. T., faisaient retour à ce Ministère et étaient rouvertes au trafic privé : Boulogne-sur-Mer, Le Havre, Ouessant, Le Bouscat, Saintes-Maries-de-la-Mer, Cros-de-Cagnes, Bonifacio et Fort-de-l'Eau.

Le 16 décembre de cette même année la station de Marseille-Jetée était cédée par la Marine au Ministère des P. T. T.

En raison des difficultés de son ravitaillement on envisage présentement le transfert sur le Continent de la station radiotélégraphique d'Ouessant.

Les stations suivantes de la Marine concourent au service de l'Administration des P. T. T. : Rouges-Terres (Cherbourg), Pen-Mané (Lorient), Bayonne, Aïn-el-Truk (Oran) et Sétié-Mériem (Bizerte).

Celles indiquées ci-après assurent les relations de la France avec l'extérieur ;

La Tour Eiffel, appartenant au Ministère de la Guerre ;

La Doua (Lyon) qui sera cédée sous peu par la Guerre aux P. T. T. ;

Basse-Lande, exploitée par la Marine ;

Croix-d'Hins qui vient d'être remise au Gouvernement français par les Américains.

STATIONS CÔTIÈRES

L'étendue totale des côtes de France s'élève à 2.700 km., savoir :

1^o Côtes de la mer du Nord, Manche et Atlantique, 2.075 km. ;

2^o Côtes de la Méditerranée, 625 km.

MANCHE

La faible largeur de la Manche (maximum 260 km. entre la baie du Mont-Saint-Michel et celle de Portsmouth), la présence sur la rive anglaise de nombreux postes de T. S. F. (North-Fore-land, Niton Bolt-Head, Lizard, Crookhaven) démontraient l'inutilité de créer des stations à grande puissance sur la côte française. Deux postes furent prévus sur cette côte : Boulogne-sur-Mer et Le Havre.

Boulogne-sur-Mer. — Cet emplacement a été choisi pour de multiples raisons : Boulogne est tête de ligne des paquebots-poste Boulogne-Folkestone ; le port est situé à l'entrée du Pas-de-

Calais où souvent des brumes épaisses rendent la navigation difficile ; la Manche n'ayant qu'une cinquantaine de kilomètres en face de cette ville, toutes les lignes de navigation passent dans la zone du poste ; il y avait même à craindre une confusion parmi les navires travaillant avec la station, c'est ce qui a incité la T. S. F. à équiper Boulogne avec un système à ondes dirigées (système Bellini-Tosi), fortement critiqué à cette époque ; les preuves de ce système ne sont plus à faire ; la réception du poste écouté s'améliore par élimination et par la captation maximum des ondes émises par ce poste ; d'autre part, ce système permet de donner l'azimut (relèvement du poste émetteur), précieux renseignement pour les navigateurs en temps de brume.

L'installation du poste fut terminée le 15 janvier 1910. Ce poste possède également une antenne et une réception ordinaires, un poste d'un kilowatt S. F. R., un poste 5 kw P. T. T., un moteur Gnôme de 7 kw 5 et un groupe Panhard de 10 kw.

Le Havre. — La grande activité du port du Havre, tête de ligne des paquebots-poste français pour l'Amérique, deuxième port de France, justifiait la création d'un poste de T. S. F. Ce dernier, élevé sur la côte de Bléville, en face du cap de La Hève, domine admirablement l'estuaire de la Seine. L'antenne est soutenue par deux pylônes de 40 mètres. La station est dotée d'un poste de 1 kw, d'un autre de 2 kw S. F. R. et de deux groupes de Dion-Bouton de 10 kw.

Océan

Ouessant. — A l'extrémité de la Bretagne, au point de l'île le plus avancé dans l'Océan, s'élève la station d'Ouessant, la première ouverte au service public ; pour l'importance du trafic, elle se classe la première des stations côtières françaises.

Terminée en juillet 1910, la portée d'exploitation de la nouvelle station est de 700 km. et sa longueur d'onde de 600 mètres. Elle est située à 600 mètres du bourg de Lampaul. L'antenne a la forme d'un éventail soutenu par deux pylônes haubannés de 76 mètres de hauteur, espacés de 100 mètres ; les 12 fils com-

posant le rideau ont 93 m. 80 de long ; ils sont placés dans un même plan, espacés de 0 m. 50 à la base et de 3 m. 20 au sommet. Une antenne unifilaire de 300 mètres et une antenne de secours de 600 mètres de longueur d'onde ont été ajoutées. La prise de terre située sous le bâtiment du poste est constituée par des feuilles de zinc soudées côte à côte, remplacées par des feuilles de cuivre au voisinage des fondations du bâtiment.

L'énergie est fournie par un moteur Gnôme de 25 HP entraînant une dynamo à courant continu de 15 kw (1.500 tours-minute). Le poste possède un moteur de secours de Dion-Bouton de 10 kw. La station a un poste d'émission à bobine (1) de 2 kw, un de 2 kw 5 C. G. R., un 5 kw type T. M. et un 10 kw type P. T. T.

Saint-Nazaire. — Le poste primitivement prévu par les P. T. T. est remplacé par le poste de la Marine de Pen-Mané (Lorient) qui assure le trafic commercial. Cette station, d'une puissance de 2 kw 5, a 500 km. de portée.

Le Bouscat (Bordeaux T. S. F.). — Elevée à côté de l'hippodrome de Bordeaux, au Bouscat, la station a été ouverte à la correspondance générale en mai 1912. Elle fut équipée provisoirement avec du matériel d'entretien des stations côtières.

A cette époque, la Compagnie Générale Radiotélégraphique combina les procédés du baron de Lepel avec ses procédés propres. Le principal avantage du système était d'avoir des sons musicaux à la réception et de pouvoir changer à volonté la tonalité de ce son. Des essais comparatifs entre les postes C. G. R. et S. F. R., les deux firmes françaises existant à cette époque, furent décidés. La supériorité fut en faveur de la C. G. R. tant comme rendement que comme emplacement et simplicité de manœuvre des appareils.

La station possède les postes suivants : 1 kw S. F. R., 2 kw à bobine, 2 kw, 5 C. G. R. et 5 kw type T. M. (en construction). L'énergie est fournie par la Société Énergie électrique du

(1) Ces postes seront incessamment supprimés ; le type T. M. est le type Télégraphie militaire et le type P. T. T. est un type à l'essai.

Sud-Ouest ; la station possède un groupe Panhard de secours de 10 kw.

Bayonne. — Ce poste, monté pendant la guerre par la Marine et exploité par ce département, a une puissance de 2 kw 5 et une portée d'environ 250 kilomètres.

MÉDITERRANÉE

Saintes-Maries-de-la-Mer. — Le premier poste radiotélégraphique à créer dans le bassin méditerranéen avait sa place tout indiquée près de Marseille ; le trafic du premier port français justifiait amplement sa création ; néanmoins, la nature de la côte profondément encaissée aux environs immédiats de cette ville, rendait difficile l'installation projetée ; à une époque où les amplificateurs n'existaient point il fallait, en effet, choisir l'emplacement le plus favorable pour le rayonnement des ondes. La Camargue, immense plaine d'alluvions bien dégagée, offrait un excellent emplacement avec une terre merveilleuse. La création d'une station à Saintes-Maries-de-la-Mer fut décidée ; cette station est reliée télégraphiquement à Marseille ; c'est une station de 700 km. de portée, identique à celle d'Ouessant.

La station a un poste de 2 kw à bobine, 5 kw type T. M. et 10 kw P. T. T. ; comme groupe, un Gnôme de 15 kw et un de Dion-Bouton de 10 kw.

Actuellement un poste de secours 1 Kw S. F. R. est en montage ; un poste E 13-3 à ondes entretenues destiné au trafic Corse-Continent (liaison Bonifacio-Saintes-Maries) sera incessamment installé aux Saintes-Marie-de-la-Mer.

Marseille-Jetée. — La création de la station des Saintes-Maries-de-la-Mer ne satisfait point la Chambre de Commerce de Marseille. Cette dernière tenait absolument à avoir son poste à elle dans son enceinte « sans être tenue de dépendre d'un poste distant de près de 60 km à vol d'oiseau et communiquant, avec la ville, par la voie d'Arles, c'est-à-dire à la merci d'un fil coupé par accident ou malveillance ».

Du 6 au 23 avril 1911 des essais furent effectués avec le con-

cours d'un poste auto militaire pour rechercher un emplacement favorable aux environs de la ville. En 1913 la Chambre de Commerce de Marseille proposa l'établissement d'un poste au Palais de la Bourse; des essais furent faits en mai 1914 en vue d'étudier la valeur de l'emplacement proposé; cet emplacement fut reconnu mauvais. L'Administration proposa alors d'établir le poste sur la grande Jetée, en aménageant l'extrémité Ouest de la traverse de l'Abattoir.

La question en était là quand survint la déclaration de guerre. Les stations côtières étant remises à la Marine, cette dernière établit un poste dans un bâtiment de la Jetée, 8, quai des Anglais; l'antenne est soutenue par des mâts de bois dressés sur la Jetée même. On a adjoint à ce poste une station radiogoniométrique installée au phare Sainte-Marie à 1.500 mètres de la station. Le poste de T. S. F. fut cédé par la Marine aux P. T. T. en décembre 1919; le poste gonio reste exploité par la Marine. L'installation définitive du poste de T. S. F. est à l'étude.

La station, alimentée par le réseau local, possède des émissions de 1 kw S. F. R. et de 2 kw,5 C. G. R.

Cros-de-Cagnes (Nice T. S. F.). — Afin de suppléer à l'écran que forment des obstacles naturels entre Saintes-Maries-de-la-Mer et la région de Nice, la création de la station de Cros-de-Cagnes fut décidée; cette station remplaça Porquerolles qui cessa le service le 3 juillet 1911; le 6 du même mois Cros-de-Cagnes fonctionnait. L'antenne, en forme de rideau, est tendue entre deux pylônes de 46 mètres de haut distants de 70 mètres; le bâtiment de la station s'élève entre les deux pylônes et est terminé par une terrasse. Les émissions possédées par la station sont : 1 kw S. F. R., 3 kw Marconi; les sources d'énergie sont un groupe à essence de Dion-Bouton 10 kw et un groupe Panhard de même puissance.

CORSE

Bonifacio. — Le poste est situé à quelque distance de Bonifacio, sur la route de Santa Manza. Le choix de Bonifacio est dû aux raisons suivantes : le cap Corse est inaccessible autrement qu'en

voiture de louage ; il manque d'eau et sa population est clairsemée ; la côte n'offre aucun port entre Bastia et Saint-Florent. Le pays n'est pas défendu militairement et les bateaux passent surtout par les bouches de Bonifacio plutôt qu'au nord de l'île. D'accord avec la Marine, la station fut décidée en 1913 et son emplacement envisagé dans les parages immédiats des bouches de Bonifacio à l'est de la ville, au lieu dit « Cartarana ». L'antenne en forme de T est supportée par deux pylônes de 50 mètres de haut, espacés de 75 mètres. La ligne des axes des pylônes est orientée Est-Ouest. La station possède deux groupes Gnôme de 15 kw et les installations suivantes : 2 kw à bobine, 5 kw type T. M. et 10 kw type P. T. T.

Ajaccio. — Une station à ondes entretenues (poste à lampes) destinée aux communications Corse-Continent est actuellement à l'étude dans les environs immédiats de la ville d'Ajaccio. En attendant la construction du poste définitif, un poste E 13-3 est provisoirement monté à la caserne Livrelli.

ALGÉRIE-TUNISIE.

Fort-de-l'Eau (Alger T. S. F.). — La station de Fort-de-l'Eau fut construite parallèlement avec celle des Saintes-Maries-de-la-Mer en vue de pouvoir effectuer la liaison Algérie-Métropole. Les pylônes, terminés en 1908, sont du type haubannés de 60 mètres de haut, espacés de 100 mètres.

Installée à six kilomètres d'Alger, bien dégagée, la station domine la magnifique rade du premier port algérien ; elle est appelée à un grand trafic. La station est dotée d'un poste de 2 kw, à bobine, 5 kw type T. M., 10 kw P. T. T. et comme groupes, un Gnôme de 15 kw et un de Dion de 10 kw.

Sétié-Mariem (Bizerte). Position géographique : 9° 49' 40" E. — 37° 14' 16" N. — Cette station appartenant à la Marine française, participe au service général pour les échanges avec les navires effectuant un service régulier entre la France d'une part, la Corse, l'Algérie et la Tunisie d'autre part.

GRANDES STATIONS

Montpellier-Pézenas. — En 1916, en vue d'assurer en Méditerranée un service à grande portée par ondes amorties avec les navires, l'augmentation de puissance de la station des Saintes-Maries est envisagée. L'installation projetée est celle d'un poste de 2.000 km. de portée travaillant sur 1.800 mètres de longueur d'onde. En 1917, on envisage l'abandon du projet des Saintes-Maries pour des raisons de sécurité militaire. Après différents pourparlers, l'Administration des P. T. T. fait accepter par les Ministères de la Guerre et de la Marine les emplacements de Montpellier et Pézenas, mettant à profit l'expérience acquise qui, au lieu de grouper la transmission et la réception dans un même local, les sépare pour permettre le *travail en duplex*; un emplacement très favorable est trouvé, pour l'émission, à Pézenas. La réception qui devait primitivement être établie dans la citadelle de Montpellier sera édiflée dans un quartier de la ville. L'érection de deux pylônes de 110 mètres à Pézenas est terminée.

La station de Montpellier-Pézenas assurera à la radiotélégraphie française la prépondérance dans la Méditerranée.

STATIONS TRANSATLANTIQUES.

Études préliminaires. — En 1908, l'Administration des P. T. T. propose l'installation d'une communication radio-transatlantique destinée à parer l'éventualité d'une rupture du câble Brest-Saint-Pierre et Miquelon; d'accord avec la Marine, l'emplacement proposé est fixé dans la région de Saint-Nazaire, aux environs du Croisic, le poste devant être suffisamment éloigné d'Ouessant pour ne pas gêner le trafic côtier de cette dernière station.

Des raisons d'ordre budgétaire empêchent la réalisation de ce projet; l'étude n'en est pas moins poursuivie; en 1910 elle porte particulièrement sur l'antenne du futur poste. En 1913, en raison des frais énormes qu'entraînerait une telle installation, on envisage la possibilité de délivrer une licence d'exploitation à une Compagnie privée.

Bordeaux. — L'installation de la station radiotélégraphique de Bordeaux fut demandée par la Commission interministérielle de T. S. F. dans sa séance du 6 septembre 1914 pour maintenir la communication entre Bordeaux et les têtes de ligne de Bizerte, Carnavon, Lyon et, en tenant compte des circonstances, avec la station de Cettigne en construction, cette dernière servant de relais pour la Russie.

Comme support d'antenne, on décida d'utiliser les flèches de la cathédrale Saint-André (88 mètres de hauteur) et de l'église Saint-Michel (109 mètres de haut) ; le poste pouvait être installé dans un local de la ville de Bordeaux au marché des Salinières situé sur le quai du même nom. Le voisinage du fleuve permettait, en outre, d'avoir une excellente terre.

La première antenne réalisée était constituée par une nappe de fils d'acier tendue entre les deux clochers distants de onze cents mètres. Pour avoir de meilleurs résultats, cette antenne fut remplacée par une antenne en parapluie, en fil de cuivre, ayant le sommet à Saint-Michel, le cuivre ne pouvant être tendu sans une flèche exagérée entre les deux clochers. La réception fut excellente.

Pour la transmission, on utilisa les appareils disponibles provenant de la station d'expérience de Leschaux (Savoie) appartenant à la Compagnie de T. S. F. Galetti ; la construction d'un matériel spécial, en raison des circonstances, aurait exigé un délai trop long.

Les premiers essais eurent lieu les 20, 21, 22 février 1915. La station fut chargée de travailler deux fois par jour avec Bizerte ; ce service dura jusqu'en juin 1915. A cette époque, il fut décidé d'utiliser les machines de ce poste avec leur plein rendement, c'est-à-dire 100 kw, de façon à le mettre en mesure d'effectuer un service dans les mêmes conditions que les autres grands postes, la Tour Eiffel et Lyon. La station fut remise au Ministère de la Marine : elle constituait une station de secours et fut utilisée comme station d'écoute.

En 1917, est mise à l'étude l'organisation des communications par T. S. F. avec l'Amérique ; l'augmentation d'énergie et la

surélévation des pylônes de la station de Lyon sont envisagées. L'on projette également l'utilisation de la station de Basse-Lande, appartenant à la Marine, pour cette communication. Finalement, de concert avec le Gouvernement américain, l'érection d'une puissante station transocéanique est décidée et son emplacement fixé à Croix-d'Hins (Gironde).

La station des Salinières transférée dans le faubourg de Brienne sert de station réceptrice et de contrôle de l'émission de Croix-d'Hins.

Bordeaux-La Fayette (Croix-d'Hins). — Ce poste a fait l'objet d'un article des plus intéressants, paru dans le n° 4 de 1920 des *Annales des P. T. T.*, par M. le commandant Chaulard.

Lyon T. S. F. (La Doua). — La station de la Doua est située près de Lyon à une altitude de 180 mètres.

Lors de la déclaration de guerre, la France ne possédait qu'un seul poste puissant : la tour Eiffel, poste d'essais et d'expériences bien plus que poste organisé pour un grand trafic. C'était notre unique liaison radio-télégraphique avec la Russie (Bobruisk et Sébastopol) et, en cas de coupure ou d'interruption des câbles, avec l'Algérie, la Tunisie et le Maroc (Bizerte et Oran).

En juillet 1914, alors que de graves événements obscurcissaient le ciel de la paix européenne, cette situation émut le ministre de la guerre, M. Messimy. Qu'arriverait-il en effet, si un accident quelconque survenait au poste de la Tour ? Ce dernier pouvait être bombardé par des avions ou des zeppelins ; si Mars nous était défavorable et que Paris, comme en 1870, fût assiégé, allions-nous nous trouver sans poste radio puissant ?

Par un hasard heureux se trouvait embarqué à Marseille, le matériel destiné à monter à Saïgon le même poste que celui de la Tour Eiffel. Ce poste puissant devait permettre à notre Colonie de s'affranchir en partie des communications par câbles ; c'était la première étape du réseau intercolonial français. Le Ministre de la Guerre donna ordre de débarquer ce matériel et de le diriger sur Lyon. Deux mois après fonctionnait à la Doua une station musicale radiotélégraphique d'une puissance de 150 Kw.

L'antenne en nappe était soutenue par 6 pylônes de 120 mètres de hauteur. En 1916 cette antenne fut surélevée ; la hauteur des pylônes fut portée de 120 à 180 mètres et deux pylônes de 200 mètres furent ajoutés. L'antenne est constituée actuellement par une nappe horizontale d'orientation Est-Ouest, composée de 20 câbles de cuivre portés par des traversiers en acier ; les pylônes sont haubannés par des câbles d'acier sectionnés par des isolateurs de porcelaine ; ils sont distants d'environ 200 mètres. L'antenne avec sa descente a environ 800 mètres de longueur. La terre constituée par des plaques de cuivre enfoncées dans le sol a une résistance de 1,5 ohm.

Grâce à Lyon, le trafic radiotélégraphique entre la France et les Alliés put être intensifié ; les communications avec la Russie, la Serbie, la Roumanie, de précaires devinrent sûres. C'est à cette station qu'échut le rôle de passer, pendant la guerre, les communiqués de presse destinés à contre-balancer dans l'univers entier les nouvelles tendancieuses émanant des grandes stations allemandes de Poz (Nauen) ou Oui (Hanovre).

En 1916 la station de la Doua fut dotée de 2 générateurs à arc de 100 Kw ; ce dispositif permit au poste de pouvoir travailler dès cette époque en ondes entretenues. Actuellement la station possède les installations suivantes :

Machines. — Le poste est doté de machines lui permettant de travailler en ondes entretenues et en ondes amorties. L'énergie électrique est fournie par l'usine hydro-électrique de Jonage sous forme de courant alternatif triphasé (3.000 volts, 50 périodes). L'énergie haute tension est utilisée soit directement, soit après transformation.

Ondes entretenues. — Dès 1916 la station possède deux générateurs à arc de 100 kw ; actuellement elle est dotée de :

1° Un alternateur haute fréquence (20.000 périodes par seconde) de la S. F. R. et d'une puissance de 200 kw (200 ampères dans l'antenne). Cet alternateur a été installé en 1919 ;

2° Deux arcs de 450 kilowatts (200 kw, 200 ampères dans l'antenne) du type Elwell, et de deux arcs de 250 kw (100 kw, 100 ampères dans l'antenne) du même type.

Ondes amorties. — Elles sont obtenues au moyen d'un groupe convertisseur de 150 kw (1.000 périodes), avec éclateur tournant synchrone et émission indirecte. Ce matériel est actuellement inutilisé. La longueur d'onde de la station est de 10.000 mètres, 15.200 quand elle travaille avec l'alternateur.

La portée pratique du poste est de 10.000 km. environ.

CENTRES D'ÉCOUTE

L'Administration des P. T. T. possède deux principaux centres d'écoute : Villejuif et Poitiers.

Villejuif. — Le 30 décembre 1909, les postes de T. S. F. de Villejuif et Melun sont affectés à l'Administration des P. T. T., pour l'instruction professionnelle des agents destinés aux stations côtières. En 1912, la construction d'un pylône métallique de 42 mètres de hauteur est décidée ; une station d'essais fonctionne à Villejuif en 1914. De septembre 1914 à juin 1915 l'autorité militaire y installe un poste d'écoute ; en 1918, l'Administration y fait élever des baraques provisoires destinées à loger l'École de T. S. F. et un laboratoire pour essais et expériences.

Actuellement, cette station assure, au moyen de divers cadres, l'écoute des postes centraux européens et des postes américains. Elle possède le magasin principal du matériel radiotélégraphique et demeure la station d'essais et d'expériences de l'Administration.

Poitiers. — La station de Poitiers a été installée en août 1918 par l'autorité militaire qui y créa un centre de réception à grande distance. Ce poste s'élève sur un plateau bien dégagé à proximité de la ville ; les réceptions sont installées dans trois baraques démontables. La station exploitée par le « Signal corps » américain était, en 1919, l'unique écoute de l'Amérique en France. Lors de la relève des Américains, l'Administration en prend possession et s'y installe le premier janvier 1920 en attendant l'aménagement définitif du centre de Villejuif.

Le poste comporte deux cadres rectangulaires verticaux, orientés, soutenus par des mâts type Aster de 50 mètres. Elle

dispose, comme secours, d'une antenne en parapluie, supportée par un mât de 15 mètres. On y fait la réception des postes américains et de certains postes européens. La station est directement reliée à Poitiers-Central et à Paris (Bureau Central Radio).

Afin de permettre une exploitation intensive et méthodique des stations radiotélégraphiques, l'Administration des P. T. T. a jugé nécessaire de conserver l'organisme centralisateur né de la guerre et qui fonctionnait rue Saint-Dominique sous la dénomination de « Bureau Central Radiotélégraphique ». Ce dernier a été transféré 5, rue Froidevaux, près de la Direction de T. S. F. et de l'École de T. S. F. où désormais devront passer tous les agents désireux de servir dans cette nouvelle branche d'exploitation.

Service d'Études et de Recherches Techniques
DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

**Expériences d'amplificateurs sur les câbles
sous-marins.**

Le Service d'Études et de Recherches Techniques procède actuellement, sur la ligne Brest-Dakar, à des expériences d'amplification, en vue d'améliorer le rendement des câbles sous-marins.

On sait que, dans les lampes à trois électrodes, le courant qui circule dans le circuit filament-plaque est permanent, toujours de même sens et varie seulement d'intensité. Or, l'enregistreur à siphon, ou *siphon recorder*, exige les deux sens de courant, et l'état neutre dans les intervalles entre les signaux. Divers dispositifs permettent d'atteindre facilement ce but.

La difficulté principale réside dans une inscription impeccable des signaux, malgré les parasites et autres causes de déformation, qui se trouvent ainsi amplifiés. Dans la plupart des applications des amplificateurs, et, notamment, lorsque la réception a lieu au téléphone, ces perturbations disparaissent à peu près complètement, tant qu'elles ne dépassent pas une certaine limite. Il n'en est pas de même avec le recorder, dont la lecture, déjà fort difficile lorsque les signaux sont corrects, devient précaire et même impossible, dès qu'ils sont quelque peu altérés.

Si les expériences donnent de bons résultats, un prochain article décrira les dispositifs à l'aide desquels ils auront été obtenus.

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Installation d'un distributeur de trafic au bureau téléphonique « Fleurus » à Paris.

L'Administration a ouvert un concours technique pour la fourniture d'un commutateur téléphonique au nouveau bureau du boulevard Raspail (Fleurus) à Paris et le programme de ce concours comportera, sur l'avis émis par le Comité technique, un distributeur de trafic.

Le distributeur de trafic est destiné à aiguiller l'appel d'un abonné sur une opératrice qui soit libre, ou bien, au cas où toutes les opératrices seraient déjà occupées à l'instant où se produit cet appel, de ne laisser cet appel en attente que sur une position d'opératrice qui soit la moins chargée d'appels en attente. On voit, qu'avec ce système, l'abonné n'est plus toujours servi par la même opératrice ; mais que les délais de réponse à un appel sont diminués.

La réalisation d'un distributeur de trafic comporte l'installation, entre les abonnés et les opératrices, de tout un système d'organes automatiques chercheurs de lignes appelantes. Ces organes sont absolument analogues à ceux que l'on rencontre dans les installations de téléphonie automatiques de sorte que l'on peut considérer, à un certain point de vue, l'installation d'un répartiteur de trafic comme un acheminement vers l'automatisme intégral.

Concours technique en vue du choix d'un nouveau type de tableaux téléphoniques pour abonnés des réseaux à batterie centrale.

Le Comité technique des postes et télégraphes a approuvé le programme d'un concours technique, en vue de choisir un nouveau type de tableaux téléphoniques pour abonnés des réseaux à batterie centrale. Les postes supplémentaires, à Paris, sont encore montés en batterie locale et l'on s'est d'abord proposé de faire disparaître cette anomalie. L'Administration a l'intention, du même coup, de réaliser une standardisation complète du matériel employé dans les installations de tableaux d'abonnés et de créer des tableaux de type extensible afin que les abonnés puissent, s'il y a lieu, souscrire à de nouveaux abonnements sans avoir à acheter un nouveau tableau.

COMPTÉ RENDU DES PÉRIODIQUES

Revue française, par M. TAFFIN, Directeur des Postes et Télégraphes.
— Revue étrangère, par M. REYNAUD-BONIN, Ingénieur, et M. CAUCHIE, Inspecteur des Postes et Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUE FRANÇAISE

La communication Paris-Frédéricia (*R. G. E.*, Mars 1921, extrait d'un article de M. Léon, rédacteur des Postes et Télégraphes). — Les télégrammes à destination de la Russie et des États scandinaves transitent, pour la plupart, par les bureaux de la « Grande Compagnie des Télégraphes du Nord ». Ces télégrammes sont transmis de Paris à un poste situé à Frédéricia, petite ville danoise de la côte orientale de la presqu'île du Jutland.

L'appareil transmetteur employé est le Wheatstone ; à l'arrivée, les signaux sont reçus dans un appareil qui reproduit sur une bande une perforation semblable à celle de départ.

Lorsque les télégrammes doivent seulement transiter par le poste de Frédéricia, c'est avec la bande perforée par l'appareil récepteur que l'on opère la réexpédition. Le poste intermédiaire est ainsi dispensé de traduire les signaux, d'établir des copies et de procéder à une nouvelle perforation de bande.

Si, au contraire, on désire avoir la copie des télégrammes, on introduit la bande perforée, provenant de l'appareil récepteur, dans un traducteur, qui les reproduit en caractères typographiques.

A Paris, la réception s'obtient au moyen d'un onduleur Lauritzen.

La ligne comprend un conducteur aérien de Paris à Calais, relié à un câble sous-marin, par l'intermédiaire d'une translation spéciale.

Le câble qui atterrit, d'une part, près de Calais et, d'autre part,

près de Fanö, en Danemark, mesure 370 milles marins. Sa résistance est de 1.350 ohms, sa capacité de 144,9 microfarads. Il ne contient qu'un seul conducteur, formé de sept brins.

La communication peut être exploitée de deux manières : aux heures où le trafic est peu important, ou bien, lorsque l'état des conducteurs aériens laisse un peu à désirer, chacun des postes transmet à son tour une série de télégrammes ; c'est l'exploitation à *l'alternat*. Quand les nécessités du service l'exigent, on travaille en *duplex*.

Les sections aérienne et sous-marine sont reliées, comme il a été dit, par une translation dérivée de celle de Preece, et dont le principe est indiqué par la fig. 1. L'auto-commutateur de gauche étant sur repos, les courants venant de Paris sont reçus dans un « relais-commutateur », en série avec le relais translateur, et dont l'index peut occuper trois positions (une sur chacun des butoirs et une entre les deux butoirs).

Dans la position intermédiaire, c'est-à-dire lorsque l'index ne touche aucun des deux butoirs, aucun courant n'est envoyé dans l'enroulement de l'auto-commutateur, et l'armature de ce dernier appareil met la ligne en relation avec l'entrée d'un relais. Mais dès que le relais commutateur est actionné par les courants venant de l'une des sections de la ligne, il envoie un courant dans l'enroulement de l'auto-commutateur correspondant et l'armature de celui-ci, par ses contacts, relie la deuxième section à l'index d'un relais translateur.

Afin que l'armature ne retombe pas, au moment du passage de l'index du relais commutateur d'un butoir à l'autre, l'enroulement des bobines de l'auto-commutateur présente une self-induction assez élevée. Il est, en outre, shunté par une résistance non inductive. Grâce à cette disposition, l'armature reste attirée pendant toute la durée de la transmission, car elle est maintenue par l'extra-courant, qui trouve un chemin à travers la résistance.

Le relais destiné à recevoir les courants venant du câble est le relais vibrant de Gulstad (fig. 2) d'une résistance de 1.600 ohms lorsque les deux enroulements sont en série. La self-induction varie de 14 henrys, lorsque les pièces polaires sont éloignées de l'armature,

à 21 henrys, les pièces polaires étant rapprochées. Dans les deux cas, la constante de temps $\frac{L}{R}$ est assez grande.

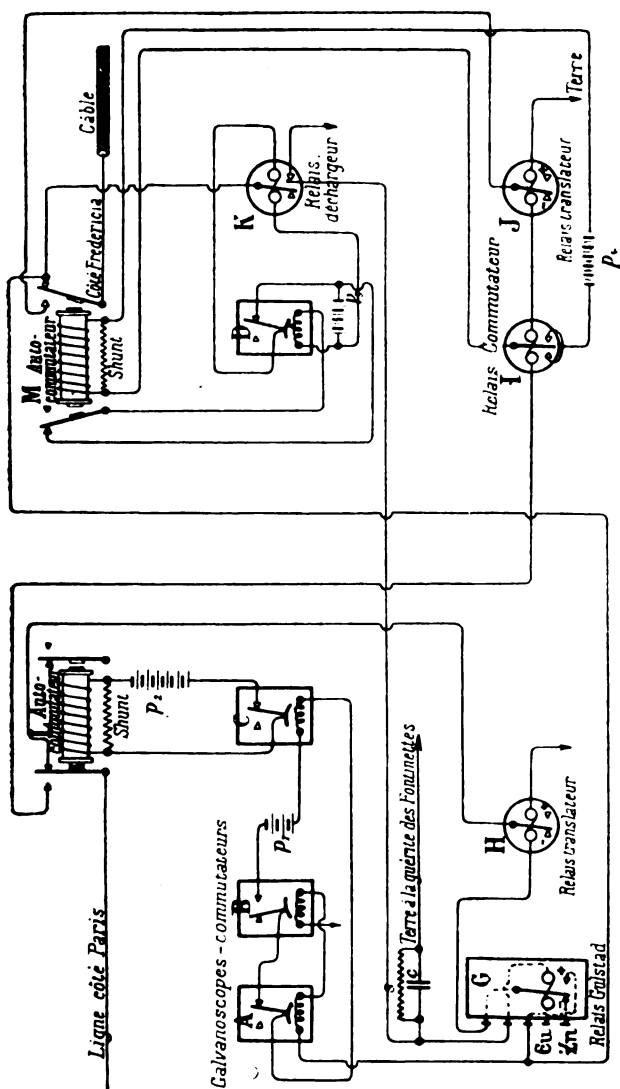


Fig. 1.

Pour accroître la rapidité du relais tout en lui conservant une grande sensibilité, un dispositif très ingénieux assure, en quelque sorte automatiquement, le travail de déplacement de l'armature.

Ann. des P., T. et T., 1921-II (10^e année).

Celle-ci est suspendue verticalement à la façon des relais standard anglais. En outre de l'enroulement principal, les bobines comprennent deux enroulements auxiliaires de chacun 150 ohms.

Le condensateur a est en série avec l'enroulement auxiliaire I, la résistance r est en série avec l'enroulement II, et la résistance p limite le débit dans les enroulements I et II, qui ont un point commun, le point B.

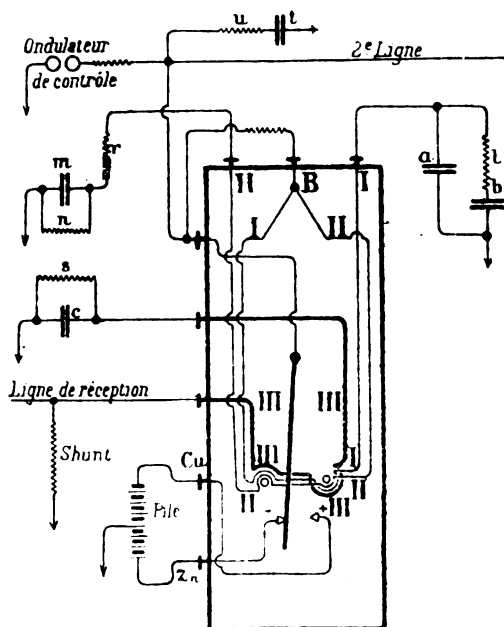


Fig. 2.

Quand l'index est projeté sur l'un des butoirs, un courant est envoyé dans la bifurcation B, où il se dérive. Le courant dérivé qui parcourt l'enroulement I est de sens tel qu'il tend à maintenir l'index appuyé sur le butoir sur lequel il se trouve ; au contraire, le courant dérivé dans l'enroulement II tend à renvoyer l'index sur l'autre butoir.

Mais, comme à la suite de l'enroulement I il y a un condensateur, l'intensité du courant qui le parcourt est d'abord plus grande que celle du courant qui circule dans l'enroulement II. L'action du premier est donc prépondérante et l'index s'appuie sur le butoir.

Lorsque le condensateur est chargé, l'action du courant qui circule dans l'enroulement II seule subsiste, car le circuit se ferme à travers la résistance r . L'index se trouve alors projeté sur le butoir opposé. En atteignant ce butoir, il charge le condensateur a comme précédemment, mais en sens inverse, ce qui a pour effet de maintenir un instant l'index sur ce dernier butoir, puis l'index est renvoyé sur le butoir opposé et les mêmes actions se reproduisent indéfiniment.

L'index du relais se met donc à vibrer. La fréquence de ces vibrations dépend des valeurs données au condensateur a et à la résistance r .

On règle, au moyen du rhéostat p , l'intensité du courant qui doit parcourir les enroulements auxiliaires, de manière à n'y admettre que le courant strictement nécessaire pour obtenir le déplacement de l'armature lorsque le relais n'est pas en ligne.

On conçoit que, dans ces conditions, tout courant prolongé circulant dans l'enroulement III, lorsqu'il est relié à la ligne, a une action prépondérante et maintient l'index sur le butoir convenable, selon le sens du courant venant de la ligne. Mais au moment d'un changement de sens des émissions, lorsque l'intensité du courant de ligne faiblit, l'armature obéit à l'action des courants qui circulent dans les enroulements auxiliaires, et l'index se déplace ainsi avant que l'intensité du courant de ligne ait atteint la valeur qui aurait été nécessaire pour produire le travail de déplacement de l'armature.

En outre du condensateur a et de la résistance r , d'autres condensateurs et d'autres résistances viennent parfaire le fonctionnement de l'appareil.

C'est ainsi que le condensateur b et la résistance I sont destinés à prolonger l'effet de la charge du condensateur a . L'action de ce dernier condensateur serait de trop courte durée, puisqu'il ne se charge qu'à travers les 150 ohms de l'enroulement I.

Sans le condensateur b et la résistance I, un rebondissement immédiat sur le butoir opposé serait à craindre, avant qu'une émission de durée suffisante ne soit envoyée vers Paris.

Le condensateur m , shunté par la résistance n , fait suite à l'enroulement II. Il correspond au condensateur c , shunté par la résistance s , en série avec l'enroulement principal III. Ce condensateur shunté,

cs, est destiné à redresser la courbe d'arrivée du courant de ligne (terre de Maxwell).

Malgré la précaution prise pour éviter les rebondissements, l'index de l'armature ne se fixe pas d'un seul coup sur le butoir ; l'appui n'est pas franc, car le choc provoque un petit rebondissement imperceptible qui altère momentanément la qualité du contact. Le courant envoyé dans le relais translateur H (fig. 1) se trouverait donc irrégulièrement émis sans la présence d'un condensateur t , qui a pour effet de parer à cet inconvénient.

Ce condensateur est chargé dès le premier choc de l'index sur le butoir et il se décharge ensuite dans les enroulements du relais translateur H pendant les rebondissements. Le courant est ainsi entretenu pendant les intervalles très courts durant lesquels le contact est imparfait.

Une résistance, u , en série avec le condensateur t , évite la formation d'une étincelle aux butoirs, étincelle qui résulterait de la charge et de la décharge directes de ce condensateur.

Une dérivation à travers un onduleur Lauritzen procure le contrôle des émissions.

Une autre dérivation, désignée par le mot « shunt » sur la figure 2, a pour objet de faciliter la décharge du câble, de n'admettre dans le relais Gulstad que le courant strictement nécessaire à son fonctionnement, et de produire l'auto-commutation à l'aide des « Galvanoscopes commutateurs » dont elle comprend les enroulements.

Ces galvanoscopes (fig. 1) se composent d'une bobine plate, B, fixe, sans fer, présentant deux enroulements (800 et 200 ohms). Les extrémités de ces enroulements sont connectées à des bornes extérieures, ce qui permet de les associer selon les besoins.

A l'intérieur de la bobine, un disque plat, en acier, peut osciller autour d'un de ses diamètres. Ce disque est aimanté. En outre de l'aiguille indicatrice, un ressort-lame, muni de contacts, est solidaire du disque.

La position de repos est assurée du fait de l'attraction du disque aimanté par un boulon en fer doux dont la position, par rapport au disque, est réglable.

On remarquera que le courant circule, dans la bobine du galvano-

scope B, en sens inverse de celui du courant dans le galvanoscope A. Dans ces conditions, quel que soit le sens du courant, il y a toujours un des deux galvanoscopes en mouvement. Les galvanoscopes A et B ne restent simultanément sur leur butoir de droite que lorsqu'il ne passe aucun courant. Dans ce cas, le circuit de la pile p_1 est fermé à travers les enroulements d'un troisième galvanoscope, c . Celui-ci maintient alors ouvert le circuit de la pile p_2 , qui comprend l'enroulement de l'auto-commutateur. Ce dernier appareil se trouve ainsi dans la position convenable pour que les émissions de Paris puissent être reçues, car ses armatures sont alors dans la position de repos.

Mais, que des courants venant du câble soient dérivés dans les galvanoscopes A et B, les index quittent leur butée de repos et ouvrent le circuit de la pile p_1 , ce qui a pour conséquence de faire retomber l'index du galvanoscope C sur le butoir de droite et de produire l'attraction des armatures de l'auto-commutateur. Paris peut alors recevoir de Frédéricia.

Le dispositif appelé déchargeur comprend un galvanoscope D, un relais K et une pile p_3 . L'une des armatures de l'auto-commutateur M ferme le circuit du galvanoscope D, quand elle se trouve dans la position de repos. Un courant est alors envoyé dans le relais K, appelé relais déchargeur, dont l'armature est ainsi maintenue sur le butoir de gauche auquel n'aboutit aucune connexion.

Ce relais est réglé de telle sorte que, dès que le courant cesse de circuler dans ses enroulements, l'index retombe sur le butoir de droite qui est relié au sol.

C'est ce qui a lieu lorsque, les armatures de l'auto-commutateur étant attirées, le galvanoscope, D, ouvre le circuit du relais K. L'index, dans son déplacement de gauche à droite, rencontre d'abord un petit ressort plat, très mince, qui est relié à l'une des armatures du condensateur c . Ce condensateur, ayant alors ses deux armatures à la terre, se décharge.

Les choses restent en cet état durant le temps que les armatures de l'auto-commutateur, M, restent attirées, c'est-à-dire pendant que des émissions sont envoyées sur le câble par le relais translateur, J.

Mais, dès que Paris cesse de transmettre, l'index du relais I se place dans la position intermédiaire ; les armatures de l'auto-com-

mutateur M retombent, et celle de droite relie le câble à l'index du relais déchargeur, qui est alors en contact avec son butoir de droite relié à la terre. Le câble se décharge directement dans le sol.

La seconde armature de l'auto-commutateur M, en retombant, devrait provoquer la fermeture instantanée du circuit du relais K et en rappeler aussitôt l'armature vers la gauche; mais l'index du galvanoscope D met un temps assez long, d'ailleurs réglable, pour venir appuyer sur son butoir de pile, et, de plus, il rebondit plusieurs fois avant d'établir un contact franc.

Il faut donc un certain temps, pour qu'un courant stable circule dans le relais déchargeur et ramène définitivement l'armature sur le butoir de repos, coupant ainsi la communication du câble avec la terre. Ce temps est suffisant pour obtenir le résultat désiré.

Duplex. — Un commutateur multiple permet de passer de la position d'alternat à la position de duplex.

La méthode adoptée est celle du pont de Wheatstone. Côté câble, les branches de proportion (fig. 3) sont constituées chacune par une résistance de 3.000 ohms, shuntée par un condensateur de 20 microfarads.

La ligne artificielle comprend trois parties, correspondant respectivement à la section de ligne aérienne en France, au câble, à la ligne aérienne en Danemark.

La section de ligne aérienne en France qui va du bureau de Calais à la guérite d'atterrissage du câble est représentée par une résistance réglable d'environ une centaine d'ohms.

Le câble artificiel est un câble Muirhead comprenant 8 sections divisées, les deux premières en 14 parties correspondant chacune à 5 milles marins de câbles et les 6 autres, en 7 parties correspondant chacune à 10 milles.

On peut, au besoin, supprimer la capacité de l'une des parties de 5 milles, en coupant la communication de l'armature avec la terre; on peut ajouter en un point quelconque une résistance ou une capacité, ou bien court-circuiter les bandes d'étain représentant l'âme du câble, si on désire en réduire la résistance.

A cet effet, les extrémités de chaque subdivision du câble artificiel, ainsi que l'armature, sont reliées à des bornes extérieures.

La ligne aérienne en Danemark est représentée par une résistance approximative de 200 à 300 ohms. Cette résistance a peu d'effet sur l'équilibre, l'effet de capacité l'emportant sur l'effet ohmique.

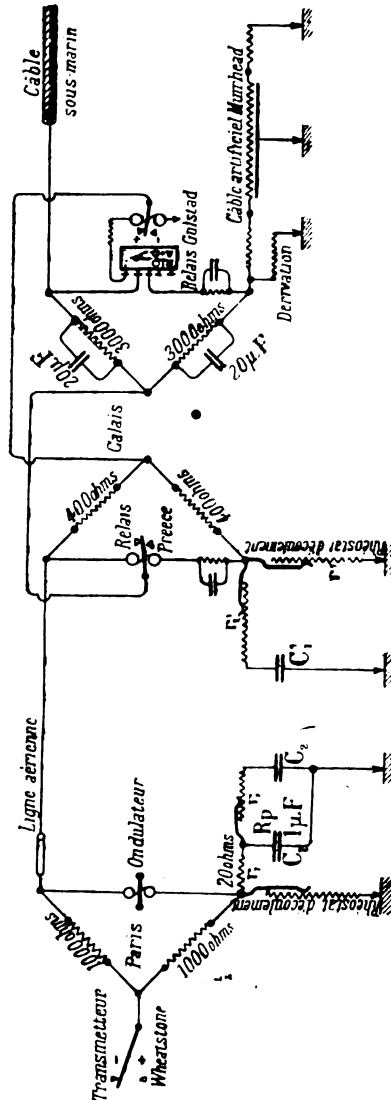


Fig. 3.

Côté Paris, les branches de proportion sont constituées chacune par une résistance de 400 ohms.

La ligne artificielle ne comprend qu'un rhéostat d'écoulement r' , une résistance retardatrice réglable r'_1 et une seule caisse de condensateurs C'_1 . Avec une ligne artificielle aussi simple, on peut obtenir un équilibre d'une précision grandement suffisante pour que l'ondulateur, mis à la place du relais, ne soit pas actionné par les courants envoyés dans la bifurcation.

A Calais, on reçoit parfaitement de Paris, en transmettant de part et d'autre à la plus grande vitesse que peut fournir le transmetteur Wheatstone (110 à 120 mots à la minute).

Avec Frédéricia, on est limité par les constantes du câble. On sait que le nombre des émissions simples pouvant être reçues est inversement proportionnel à la résistance et à la capacité du câble; aussi, la vitesse de transmission ordinairement possible varie-t-elle entre 50 et 65 mots dans chaque sens.

A Paris, la ligne artificielle comprend le rhéostat d'écoulement r , une résistance retardatrice r_1 d'une vingtaine d'ohms, à la suite de laquelle est connecté un condensateur de 1 microfarad et, enfin, un rhéostat réglable r_2 , suivi d'un condensateur réglable C_2 .

La résistance, d'une vingtaine d'ohms, et le condensateur, de 1 microfarad, équilibrent approximativement la section souterraine de la ligne dans la traversée de Paris.

Afin de favoriser la réception à Paris, les branches de proportion ont été prévues de 1.000 ohms, valeur approchée de celle des deux autres branches du pont, ce qui a pour conséquence de faire passer le plus de courant possible dans la diagonale sur laquelle se trouve l'ondulateur Lauritzen.

La communication Paris-Frédéricia, ainsi constituée, fonctionne très bien. La marge de réglage est suffisamment grande en duplex pour qu'il ne soit pas nécessaire de reviser fréquemment l'équilibre entre la ligne artificielle et la ligne aérienne, bien que celle-ci soit susceptible de variations importantes, d'un instant à l'autre. On a d'ailleurs soin d'établir cet équilibre, opération à laquelle on a conservé, dans la pratique, le nom anglais de « balance », l'ondulateur étant sensibilisé au maximum. On désensibilise ensuite, pour faire le service, en shuntant plus ou moins les enroulements de l'ondulateur, et il faut que les variations dans l'état de la ligne soient très

importantes pour que la réception se trouve altérée du fait du duplex.

Quant au duplex, côté câble, on n'a besoin de toucher au câble artificiel que très rarement. L'équilibre s'obtient en faisant varier simplement la résistance correspondant à la ligne aérienne qui, en France, va du point d'atterrissage du câble à la station de Calais.

Conclusion. — Tellé qu'elle vient d'être décrite, la communication fournit un rendement très satisfaisant. Ce rendement n'est limité que par les constantes du câble. On sait qu'un conducteur télégraphique n'admet, en un temps donné, qu'un nombre de signaux déterminé. Autrement dit, la durée d'un signal ne peut descendre au-dessous d'une certaine valeur.

Si l'on prend comme unité le signal pouvant être enregistré à la réception, et dont la durée est aussi petite que possible, il est évident que le code de signaux le plus avantageux, sera celui qui, pour un même texte, nécessitera le nombre le plus petit de ces unités ou « moments ».

Dans le code Morse, le nombre de ces moments varie selon les lettres ; dans le code Baudot, toutes les lettres utilisent uniformément cinq moments. Il est facile de se rendre compte, en faisant le calcul du nombre de moments nécessaires à la transmission d'un texte en langue anglaise, langue pour laquelle le code Morse est le plus favorable, puisque les lettres qui se rencontrent le plus fréquemment comportent le plus petit nombre d'émissions, qu'il faut plus de moments avec le code Morse qu'avec le code Baudot, pour transmettre le même texte.

Il semble donc qu'il y aurait intérêt à remplacer, sur la communication Paris-Frédéricia, le Wheatstone par le Baudot.

Le Baudot fonctionne déjà sur les câbles franco-algériens, dont la longueur est supérieure à celle du câble franco-danois. L'exploitation se fait au Baudot triple et en duplex sur l'un d'eux.

Entre autres avantages, l'adoption de la même disposition permettrait de relier à Paris deux postes au delà de Frédéricia au moyen de retransmetteurs, tout en conservant à Frédéricia une communication permanente avec Paris et les deux autres postes.

Dans le cas où on ne voudrait pas limiter à deux postes la com-

munication avec Paris, il serait avantageux de recevoir en bande perforée à Frédéricia. Une objection pourrait alors être émise : le Wheatstone admet la réception sous cette forme, tandis que, jusqu'à présent on n'utilise pas la réception Baudot en bande perforée. Cela ne veut pas dire que cette faculté ne soit pas applicable à notre appareil Baudot. Bien au contraire, il est plus facile de réaliser un récepteur perforateur avec le code à cinq moments qu'avec le code Morse, car la longueur des signaux est uniforme, ce qui rend notamment le mécanisme de la progression de la bande extrêmement simple. On peut d'ailleurs affirmer maintenant que l'appareil existe.

Dans ces conditions, tout en appréciant l'ingéniosité des dispositifs mis en œuvre pour assurer le fonctionnement de l'importante communication Paris-Frédéricia, l'auteur est convaincu que l'emploi du Baudot serait préférable à celui du Wheatstone.

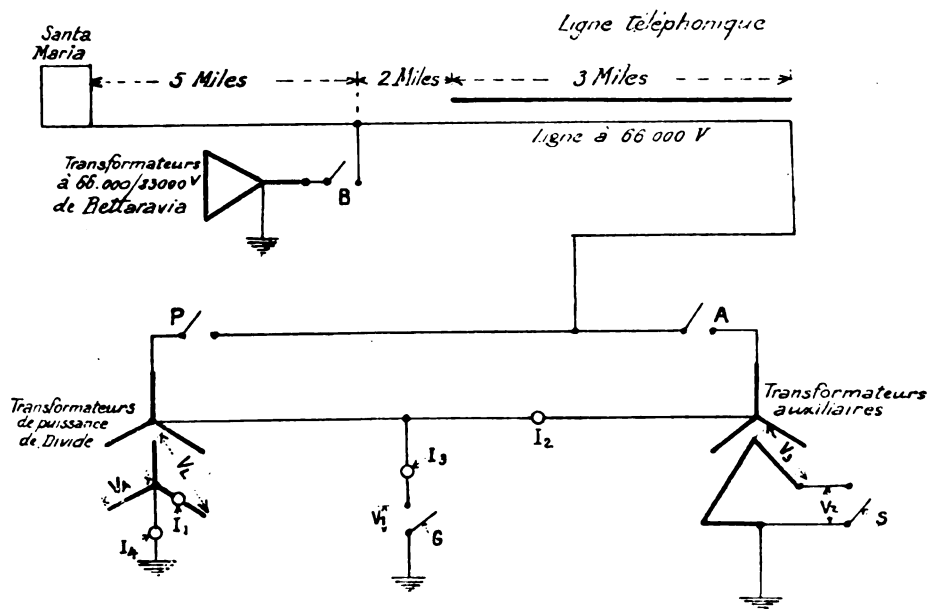
PÉRIODIQUES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

Réduction des troubles dus à l'induction au moyen d'un transformateur auxiliaire, par L. J. MOORE, ingénieur de la *San Joaquin Light and Power Corporation* (*Electrical World*, n° 5, janvier 1921). — Au cours d'essais récents effectués par la *San Joaquin Light and Power Corporation*, il a été constaté qu'on pouvait réduire pratiquement les bruits de ligne perçus dans un circuit parallèle à une ligne d'énergie en recourant à un groupe de transformateurs auxiliaires dont le secondaire couplé en triangle est mis à la terre et fonctionnant sans fil de terre sur le primaire de la ligne de transmission.

Les expériences ont eu lieu sur la ligne à 60.000 volts de Santa Maria (Californie) à Divide, qui est, sur une longueur d'environ 4.800 m. parallèle à une ligne interurbaine de la *Santa Barbara Telephone Cy* ; les deux lignes sont sensiblement distantes l'une de l'autre de la largeur de la route. Les isolateurs d'un appui de la ligne d'énergie forment un triangle équilatéral, de deux mètres de côté environ. Dans le parallélisme, deux transpositions sont ménagées sur la ligne d'énergie. Des essais ont été faits sur la section de

la ligne téléphonique parallèle à la ligne d'énergie, isolée à ses deux extrémités du reste de la ligne. Les trois transformateurs d'énergie de Divide sont des transformateurs Allis-Chalmers de 1.250 KvA, en étoile, de tension primaire 36.000 v., de tension secondaire 6.683 volts.

Le groupe auxiliaire sert à absorber l'harmonique 3 ; il est formé de trois transformateurs Allis-Chalmers de 299 KvA, chacun, donnant des voltages identiques. La figure ci-contre représente la disposition des lignes dont il s'agit et l'emplacement des appareils ; le tableau indique les diverses manœuvres effectuées et les résultats obtenus.



La ligne de transport de force a environ 16 km. de long ; à 8 km. de chaque extrémité elle est reliée à un groupe de transformateurs en triangle installé à Betteravia. Pendant les six premières expériences, le groupe de Betteravia était relié à la ligne ; il en avait été séparé pour les essais 7 et 8.

Les expériences furent conduites comme suit :

1^{re} expérience. On fait passer le courant de 60.000 volts sur la ligne, aucun transformateur n'étant connecté.

2^e expérience. On fait passer le courant sur la ligne, le groupe de Divide étant relié mais non chargé.

3^e expérience. Comme pour l'expérience 2, sauf que le groupe est chargé à 1.080 kw.

4^e expérience. Le groupe d'énergie et le groupe auxiliaire sont reliés et le triangle du groupe auxiliaire reste ouvert.

5^e expérience. Comme pour l'expérience 4, sauf qu'on ferme le triangle du groupe auxiliaire.

6^e expérience. Comme pour l'expérience 5, sauf qu'on isole de la terre le neutre côté haute tension.

7^e expérience. On charge les transformateurs d'énergie ; le neutre côté haute tension est mis à la terre et le groupe auxiliaire est relié au triangle fermé. Pour cette expérience, le groupe de transformateurs à Betteravia est déconnecté. A cette différence près, l'expérience est la même que la cinquième expérience relatée ci-dessus.

8^e expérience. Comme la précédente, sauf que le triangle du groupe auxiliaire est ouvert. On supprime ainsi pour les harmoniques 3 résiduels le passage par court-circuit et on transforme l'effet d'induction en un effet presque électrostatique. Au cours de cette expérience on a obtenu une tension élevée due à l'harmonique 3.

Sur le tableau, les troubles sont mesurés en « unités de friture » ; vingt unités de l'espèce sont tellement faibles qu'elles produisent un bruit à peine perceptible, mais 200 unités sur une section de ligne aussi courte que celle qui nous occupe, rendent toute communication téléphonique impossible.

On voit sur le tableau que si le groupe auxiliaire est relié tandis que le neutre à haute tension est mis à la terre (5^e expérience), les troubles par interférence sont moins prononcés mais on ne les élimine réellement qu'en isolant le neutre à haute tension après avoir relié le groupe auxiliaire (6^e expérience). Avec un tel agencement, il ne se produit aucun trouble. La manœuvre est visiblement sans danger, car la 6^e expérience accuse un maximum de 520 v. entre le neutre et la terre lorsqu'on interrompt la liaison avec le sol. En comparant les résultats de la 2^e expérience à ceux de la 3^e, on voit que le fait de mettre en charge les transformateurs d'énergie ne produit aucun changement en ce qui concerne les troubles. D'après les résultats

(V_1 , V_2 des 7^e et 8^e expériences), on se rend compte que les harmoniques 3 n'exercent aucune influence sur la différence de potentiel entre les conducteurs des circuits à 10.000 volts, mais (voir 8^e expérience) qu'ils ont pour effet d'augmenter d'environ 10 % en tension entre les conducteurs et la terre. Ceci veut dire que des transformateurs d'énergie, dont les secondaires seraient couplés en triangle, ne seraient pas influencés, mais que par contre des groupes à 6.600 volts couplés en étoile le seraient. Toutefois, même s'il n'y avait pas de groupes à 6.600 v. en étoile, l'onde serait déformée dans le cas où l'on n'aurait pas pris certaines mesures propres à supprimer l'effet des harmoniques de tension et de courant. La huitième expérience montre qu'une force électromotrice (harmonique 3) d'environ 16.000 volts vient s'ajouter à chaque phase du côté de la haute tension, là où le groupe auxiliaire n'est pas relié. Ceci veut dire qu'il y a sur la ligne, entre les trois conducteurs d'énergie et la terre, une tension totale de 48.000 volts, ce qui, on s'en rend facilement compte, occasionne dans le circuit téléphonique des bruits considérables.

Avec les connexions de la 6^e expérience, on a constaté que l'énergie due aux harmoniques 3, appliquée au groupe auxiliaire corrigeant les trois transformateurs d'énergie seulement, était, par transformateur, de 50 KvA. Lorsque le groupe de Betteravia était isolé de la ligne (7^e expérience) l'énergie par phase était de 126 KvA. Ainsi, dans aucun cas, les transformateurs auxiliaires ne sont surchargés. 50 KvA. ne représentent que 4 % environ de la capacité totale d'un transformateur de 1.250 KvA. En se plaçant dans les meilleures conditions au point de vue des troubles, c'est-à-dire en prenant le cas du neutre isolé, un transformateur inférieur à 200 KvA fonctionnerait de façon satisfaisante, avec cette différence que tout déséquilibre de charge entre les phases de la sous-station, ferait passer un courant plus intense dans les groupes auxiliaires ; de même, un circuit ouvert ou une terre sur une phase de la ligne à 60.000 volts ferait passer un courant de court-circuit dans le triangle du groupe auxiliaire. Par suite, il faut que ce groupe soit assez important pour résister à des charges anormales. Le groupe actuel de 200 KvA représente 16 % de la puissance des transformateurs principaux, ce qui

vraisemblablement est suffisant pour tous les cas ; toutefois la chose a besoin d'être confirmée expérimentalement.

Des bobinages tertiaires sur transformateurs monophasés, lorsque ceux-là sont calculés convenablement, ou bien des transformateurs triphasés du type à noyau, fournissent un résultat meilleur que celui obtenu par l'installation d'un groupe auxiliaire. En outre, bien que des transformateurs monophasés à bobinage tertiaire soient plus coûteux que des transformateurs sans bobinage de ce genre, l'installation dans son ensemble sera plus économique que le montage d'un groupe auxiliaire. Enfin, il n'est pas nécessaire de prévoir d'autres commutations que celles se rapportant aux interrupteurs pour les transformateurs d'énergie. Un transformateur triphasé coûte moins cher, est plus facile à équiper et nécessite un nombre plus réduit d'organes omnibus, mais il présente l'inconvénient d'entraîner des dépenses élevées lorsqu'il s'agit de le remplacer par un transformateur de réserve.

CONDITIONS QUI INFLUENT SUR LES BRUITS PERÇUS SUR UN CIRCUIT TÉLÉPHONIQUE

		Numéros des expériences							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Interrupteur	B	F ¹	F	F	F	F	F	F	F
—	D	F	F	F	F	F	F	F	F
—	P	O ²	F	F	F	F	F	F	F
—	G	O	F	F	F	F	O	F	F
—	A	O	O	O	F	F	F	F	F
—	S	O	O	O	F	F	F	F	O
I ₁		2,5							
I ₂						3,9	3,1		
I ₃		3,5	3,2		3,9			8,8	4,4
I ₄		0	0,88	0	0	0			
I ₅						8,8	7,7	20	
V ₁								10,400	10,400
V ₂		7,140				6,9	7,080	6,000	6,600
V ₃							520		
V ₄					1,270				7,920
V ₅					6,570	6,480	6,480	5,880	6,400
Unités de friture :									
Ligne à la terre :		20	200	200		150	20	325	400
Ligne métallique :		30	30	30		20	20	33	60

1. F, Interrupteur fermé.

2. O, Interrupteur ouvert.

Emploi de lampes à vide à double grille en radiotélégraphie. par J. SCOTT-TAGGART (*Electrician*, janvier 1921). —

L'auteur a imaginé, il y a environ deux ans, un certain nombre de dispositifs de réception de très grande utilité pratique (brevet anglais n° 153.681). Ces dispositifs utilisent une lampe à vide d'un type spécial, qui consiste en un filament, une plaque et deux grilles disposées de manière à commander toutes deux le courant d'électrons entre filament et plaque. La grille supplémentaire G 2 est constituée comme la première par un fil enroulé en hélice ; elle entoure la première grille et est entourée par la plaque.

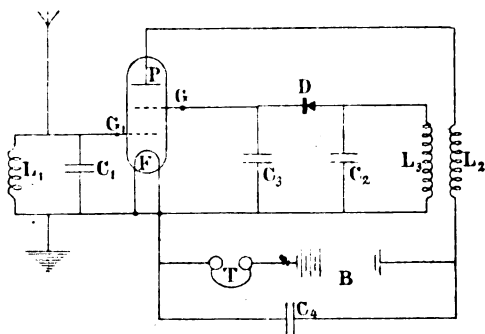


Fig. 1.

Amplification d'impulsions à basse fréquence. — La figure 1 montre un des emplois que l'on peut faire de cette lampe. Les bornes du condensateur C 1 sont reliées à la grille G 1 et au filament F de la lampe à 4 électrodes. Le circuit d'anode contient une self L 2, à résistance élevée, couplée avec un circuit oscillant réglable L 3 C 2, accordé sur la fréquence à recevoir. Les oscillations reçues sont amplifiées par la lampe, le courant amplifié étant transmis par la self L 2 au circuit L 3 C 2. Un détecteur à cristal D est connecté comme sur la figure et le condensateur C 3 accumule les pulsations rectifiées. Ces courants de fréquence audibles sont ensuite transmis à la grille G 2 qui commande également le courant d'anode principal. La lampe amplifie alors les impulsions à basse fréquence qui influencent les récepteurs téléphoniques T dans le circuit de plaque. Un condensateur C 4 shunte l'ensemble des téléphones et de la bat-

terie de plaque H de manière à laisser passer la composante à haute fréquence du courant de plaque. Dans ce montage, la lampe à vide joue le double rôle d'amplificateur à haute et à basse fréquence. Ce dispositif est extrêmement sensible et stable, et possède de plus une très grande sélectivité, particulièrement si le couplage entre L 2 et D 3 est lâche.

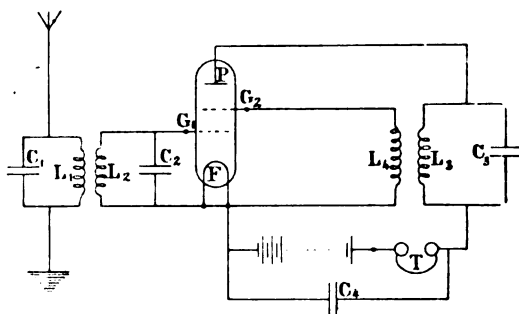


Fig. 2.

Un autre montage, propre à la réception des ondes amorties, est représenté figure 2. Le circuit oscillant d'antenne L 1 C 1 est couplé inductivement avec un circuit oscillant L 2 C 2 connecté à la grille G 1 et au filament F. Les oscillations amplifiées apparaissent maintenant dans le circuit oscillant de plaque L 3 C 3 accordé sur la fréquence à recevoir et sont transmises au circuit de grille G 2 qui peut être apériodique (self L 4). Les téléphones T shuntés par le condensateur C 4 font partie du circuit de plaque. La rétroaction est ainsi obtenue non pas dans le circuit de grille principal L 2 C 2, mais dans le circuit de plaque L 3 C 3 et dans le circuit de grille secondaire L 4. La rectification se fera ordinairement sur la grille G 2, et un condensateur peut être ajouté sur le circuit de grille G 2 pour le rendre oscillant. Dans ce dispositif nous avons une certaine espèce de rétroaction, une amplification à haute fréquence, détection et amplification à basse fréquence.

Réception d'ondes entretenues. — Si le couplage entre L 4 et L 3 est augmenté au delà d'une certaine limite, la lampe à 4 électrodes va commencer à engendrer des oscillations dans le circuit L 3 C 3 dont la fréquence dépendra principalement de la valeur de C 3. Si

on reçoit des ondes entretenues, elles seront amplifiées sans changement de forme et donneront des battements dans le circuit oscillant de plaque L 3 C 3 qui est légèrement désaccordé ; ces battements seront transmis à la bobine L 4, rectifiés par l'action de soupape de G 2 et amplifiés par la lampe, les signaux résultants agissant sur les téléphones T.

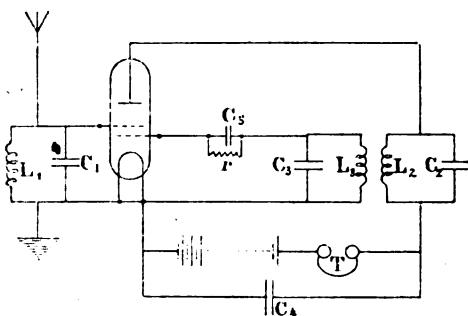


Fig. 3.

On a obtenu avec ce dispositif de remarquablement bons résultats. On doit remarquer que les battements ne se forment pas dans le circuit L 2 C 2 et qu'ils n'affectent pas ce circuit L 2 C 2. Les oscillations sont de la forme ordinaire dans le circuit L 2 C 2. Il est possible que les champs électrostatiques des deux grilles se combinent pour produire un effet d'hétérodyne sur le courant d'électrons filament-plaque.

Une action de soupape. — Le fait que les oscillations produites par la lampe n'ont lieu que dans les circuits L 3 C 3 et L 4 est important. Ce dispositif est le seul existant, employant une seule lampe, dans lequel l'antenne n'émette pas d'ondes entretenues tandis qu'on reçoit des ondes amorties. La lampe à vide spéciale agit comme une soupape qui permet aux oscillations à recevoir de la traverser pour subir l'effet d'hétérodyne, mais ne permet pas aux oscillations engendrées localement de passer en sens contraire et de produire des oscillations dans l'antenne. Une autre caractéristique qui, dans le cas présent, affecte l'amplitude des signaux est que le circuit récepteur L 2 C 2 est accordé sur le signal à recevoir et non pas désaccordé comme dans le cas du circuit ordinaire auto-hétérodyne. Cet

arrangement possède tous les avantages de l'autodyne en même temps que ceux du dispositif à hétérodyne extérieure, lequel, de plus, est beaucoup moins sensible que le présent dispositif, même dans le cas de signaux très forts. Comme indication de la sensibilité de la lampe à vide dans ces conditions, l'auteur signale que l'on peut recevoir en Angleterre la station d'Annapolis sur une antenne de 30 mètres de long et de 10 mètres de haut.

La figure 3 montre un dispositif qui a été trouvé particulièrement commode pour la réception d'ondes amorties.

Il y a d'autres applications et développements de la lampe à double grille que l'auteur se propose de publier prochainement. Les dispositifs indiqués peuvent eux-mêmes être modifiés de bien des façons, par exemple en couplant le circuit de grille primaire avec l'un des autres ou en échangeant les circuits périodiques et apériodiques. Des essais préliminaires ont montré que la lampe à double grille avec deux circuits récepteurs, l'invention de l'auteur, constitue un récepteur extrêmement commode pour les installations courantes à bord des navires.

Des erreurs de direction en radiotélégraphie appliquée, par E. BELLINI (*The Electrician*, février 1921).

(*The Electrician*, février 1921). — Dans les premiers temps de l'existence des postes radiogoniométriques, il était admis généralement qu'un appareil chercheur bien construit, installé sur un territoire homogène et protégé contre toute influence locale, devait fournir des indications exactes. Des expériences avaient confirmé cette supposition. On se servait alors de transmetteurs à étincelles et de longueurs d'onde moyennes et, comme les amplificateurs n'avaient pas encore été inventés, la distance à laquelle on pouvait localiser une station était très limitée.

Les conditions de fonctionnement des appareils chercheurs de direction furent radicalement transformées par la découverte de l'amplificateur, qui en augmenta considérablement la portée, et par l'emploi des émissions entretenues de grande longueur d'onde. Mais la satisfaction qu'on éprouve à atteindre des portées énormes se trouve diminuée par l'apparition d'une nouvelle source d'erreurs

qui ne dépendent ni des conditions de la surface du sol ni de l'influence des corps environnants. Ces nouvelles erreurs sont caractérisées par leur importance et par leurs variations. Réduites au minimum pendant le jour, elles sont plus grandes au coucher du soleil et elles atteignent la nuit un maximum qui parfois s'élève à 50, 60 et même 90 degrés. Leur variation moyenne peut atteindre plusieurs degrés par minute.

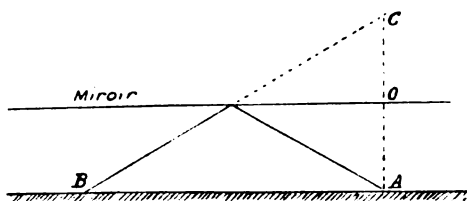


Fig. 1.

Cause des erreurs. — D'après Round, Howe, Hoyt-Taylor et plusieurs autres auteurs, ces erreurs seraient dues à la réflexion des ondes sur les couches conductrices très raréfiées de l'atmosphère (couche d'Heaviside) et d'après Eckersley à la réflexion des ondes sur les parties non uniformes de la couche d'Heaviside. Je me propose de démontrer dans le présent article que les erreurs sont imputables à la fois à la réflexion des ondes sur la couche d'Heaviside considérée comme homogène et continue, et à l'influence des portions horizontales de l'antenne émettrice sur les portions horizontales des cadres servant à la réception.

Le soir, les couches supérieures de l'atmosphère sont certainement conductrices par suite de la raréfaction, tandis que les couches inférieures sont isolantes en raison de l'absence des causes d'ionisation. Les couches supérieures réfléchissent les ondes qui, par conséquent, se déplacent dans le milieu isolant compris entre deux surfaces conductrices, le sol et la couche d'Heaviside.

Durant le jour, la lumière solaire ionise les couches inférieures de l'atmosphère. La différence de conductibilité entre les couches supérieures et inférieures, tend à disparaître, et la transmission s'effectue dans des conditions conformes à la théorie qui admet que les ondes traversent un milieu homogène. Par conséquent, les positions trou-

vées pendant le jour concordent, mieux que celles trouvées de nuit, avec les positions qu'on obtient en se basant sur des considérations théoriques.

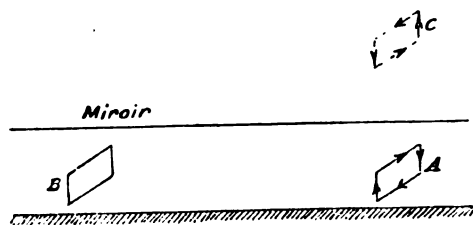


Fig. 2.

Détail des expériences. — On a effectué pendant la guerre de nombreuses expériences de radiogoniométrie. On peut résumer comme suit les observations et les faits sur lesquels on peut s'appuyer pour expliquer les erreurs :

a) Les erreurs sont beaucoup plus importantes la nuit que le jour.

b) Sous les latitudes sud les erreurs sont généralement plus considérables que sous les latitudes nord.

c) Parfois les ondes semblent provenir simultanément de diverses directions et être décalées en phase, de sorte que le minimum se trouve mal déterminé ou même impossible à déterminer.

d) Les erreurs sont plus grandes pour les ondes longues que pour les ondes courtes. En particulier, la position de la station à arc d'Horsea, diffère de 30° suivant qu'elle est prise sur les ondes transmissives des signaux ou sur les ondes d'espacement (Round).

e) Les erreurs sont plus importantes pour les postes à ondes entretenues que pour ceux à étincelles (Round, Hoyt-Taylor).

f) Il ne se produit aucune erreur lorsque la station cherchée n'est pas éloignée de plus de 25 km. environ (Round).

g) Un certain nombre de postes indiquent pratiquement la position exacte aussi bien de jour que de nuit. Le capitaine Round cite les stations de Hanovre (Eilvese) et de Malte, localisées par les postes directionnels anglais.

h) Deux postes de transmission voisins mais possédant des antennes de forme différente donnent des résultats différents (Round).

i) Une station transmettrice avec cadre donne des résultats différents suivant la position angulaire occupée par le cadre (Round).

Comparaison avec ce qui se passe en optique. — On peut, en première approximation, comparer le pouvoir réflecteur de la couche d'Heaviside à celui d'un miroir placé horizontalement à quelques kilomètres au-dessus de la surface du sol. On peut par suite appliquer les règles ordinaires de l'optique géométrique. Le poste récepteur B (fig. 1) reçoit non seulement les ondes transmises directement par le poste émetteur A, mais aussi celles originaires d'un poste fictif C placé en arrière du miroir sur la droite qui lui est perpendiculaire et à une distance $OC = OA$.

Soient les deux cadres A et B (fig. 2) parallèles entre eux, A servant à la transmission et B à la réception. S'il ne se produit aucun phénomène de réflexion, toute réception serait impossible, à la fois parce que le cadre émetteur A ne rayonne pas dans la direction du cadre récepteur B et parce que celui-ci est incapable de capter l'énergie transmise par une station située dans la direction B A. La couche d'Heaviside joue le rôle d'un cadre émetteur fictif situé en C dans le même plan vertical que A. Le plan de C faisant avec la direction C B un angle inférieur à 90° envoie de l'énergie vers B ; le plan de B étant incliné d'un même angle sur B C, B captera une partie de cette énergie. Donc, si le cadre récepteur est orienté de façon à indiquer la direction des ondes qui le frappent, on obtiendra un résultat faux de 90° . Si le cadre émetteur A (fig. 3) est dirigé vers le poste récepteur B, l'effet du poste fictif C s'ajoutera à celui de A et l'indication sera correcte.

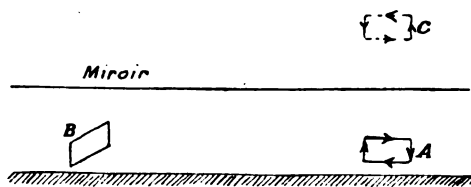


Fig. 3.

En général, le plan du cadre émetteur fait un certain angle avec la direction A B. Le plan du poste imaginaire est incliné d'un certain angle sur la direction C B. Par suite, le poste récepteur recevra en

même temps les ondes émises par A et celles provenant de son image C. Conséquemment, le champ électromagnétique en B sera la résultante de deux champs ayant une direction différente et généralement des intensités et des phases également différentes ; en général, ce sera un champ tournant elliptique.

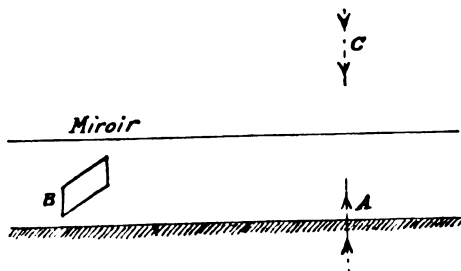


Fig. 4.

Poste d'émission à antenne verticale. — Considérons maintenant un poste émetteur à antenne verticale (fig. 4). En raison de l'existence de la couche d'Heaviside tout se passe comme s'il existait en C une autre antenne verticale située dans le même plan vertical que A. Toutes deux indiqueront en B la même position ; il n'y a pas d'erreur de direction. Mais le résultat est tout autre si l'on considère une antenne horizontale. Si cette antenne émettrice est perpendiculaire à la direction AB (fig. 5), elle n'agit pas directement sur le poste récepteur B, mais celui-ci reçoit la radiation de l'antenne fictive C et il se produit une erreur de direction de 90° . Si l'antenne horizontale est dirigée vers B (fig. 6), ce poste reçoit du poste fictif C, mais la direction indiquée sera exacte.

De l'examen des cas particuliers ci-dessus, il ressort donc que les erreurs de direction sont imputables à l'influence des portions horizontales des antennes d'émission sur les portions horizontales des cadres récepteurs ; et, comme ces erreurs dépendent de la position angulaire des cadres servant à l'émission, on pourrait voir là l'explication du fait signalé plus haut en i). Lorsqu'une station émettrice sera munie d'une ou plusieurs antennes (directionnelles ou autres), exclusivement verticales, il ne se produira pas d'erreur de direction. C'est ainsi que le poste émetteur directionnel A (voir

fig. 7) dont l'antenne est formée de deux portions verticales distantes d'une fraction de longueur d'onde, ne devra, d'après cette théorie, provoquer aucune erreur de direction.



Fig. 5.

Au contraire, si l'antenne du poste radiogoniométrique est telle qu'elle ne renferme aucune partie horizontale, il n'y aura aucune erreur de direction, que l'antenne du poste émetteur renferme ou non des portions horizontales. En particulier, le système à double cadre employé par Weagant pour éliminer les parasites, et le cadre spécial imaginé par C. S. Franklin (utilisé seul et non en même temps qu'un cadre ordinaire) devraient indiquer exactement les directions.

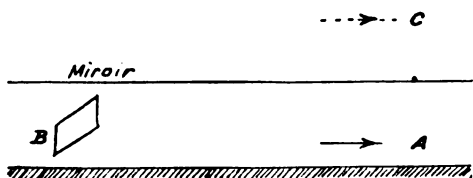


Fig. 6.

L'effet dit « aeroplane effect ». — La couche d'Heaviside produit donc un effet spécial que Round appelle « aeroplane effect », le poste imaginaire correspondant à la station émettrice se comporte comme un poste-avion situé très haut dans le ciel. Par suite, les méthodes dont on s'est servi pour corriger les erreurs de position des postes-avions, doivent convenir pour corriger les erreurs de position des postes à terre.

On sait qu'une antenne ordinaire d'aéroplane jouit de grandes propriétés directionnelles en raison de sa forme même (voir fig. 8). C'est une sorte d'antenne Marconi recourbée. Les indications fournies par une telle antenne d'avion sont fausses sauf lorsqu'il se dirige

dans la direction du poste radiogoniométrique, auxquels cas l'action de la portion horizontale est nulle. L'expérience a prouvé que si l'on supprime l'action exercée par la portion horizontale de l'antenne de l'avion, ce qui veut dire dans ce cas qu'on utilise une antenne non-directionnelle, toutes les erreurs disparaissent et la position indiquée est exacte (Baldus et Buchwald). Ce fait semble confirmer indirectement notre théorie.

Confirmation de la théorie. — Des observations faites quant à la position de stations émettrices pourvues d'antennes rigoureusement verticales ou d'antennes à portions horizontales permettraient d'obtenir une confirmation directe de notre théorie. Les premières devraient donner des résultats exacts, les dernières des indications erronées. Nous ne pouvons vérifier l'exactitude de la théorie que pour la seule station d'Eilvese (Hanovre); Round a constaté que les indications relatives à cette station sont exactes. Comme elle est munie d'une antenne en parapluie, c'est-à-dire équivalente à une antenne verticale, la théorie se trouve vérifiée. Round a reconnu également que la station de Malte pouvait être située correctement. Il ne nous est pas possible de dire si cette station confirme ou non la théorie présente car nous n'avons aucun renseignement sur l'antenne de Malte. •

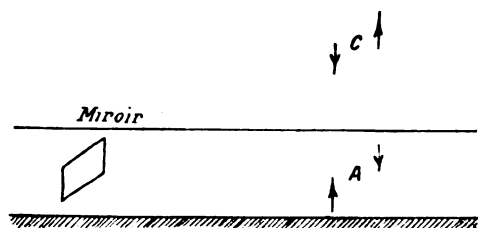


Fig. 7.

D'après ce qui précède, on voit qu'il n'est pas surprenant que la plupart des stations à ondes longues donnent des indications inexacts. En réalité, les antennes desdites stations sont, pour la plupart, du type Marconi recourbé. Elles doivent donc donner de fausses indications, sauf dans le cas particulier où le poste radiogoniométrique est situé dans le même plan vertical que la portion horizontale de

l'antenne. Le fait constaté que les ondes de grande longueur fournissent des indications plus inexactes que les ondes courtes peut être également attribué à ce que, dans le cas des premières, on adopte généralement une antenne du type recourbé, dont la portion horizontale est d'autant plus grande que l'onde transmise est plus longue. On peut attribuer à la même cause le fait que les ondes entretenues occasionnent des erreurs plus considérables que les postes à étincelles, car les premières sont généralement plus longues que celles produites par les derniers.



Fig. 8.

Erreurs en ce qui concerne Horsea. — On peut attribuer le phénomène observé au poste à arc d'Horsea (qui fournit des indications différentes suivant qu'on utilise des ondes longues ou courtes) à ce fait que le courant se répartit lui-même diversement dans l'antenne suivant la longueur d'onde employée ; par suite, l'effet produit par la portion horizontale est, comparé à l'effet de la portion verticale, plus ou moins accentué suivant ladite longueur d'onde. Si les postes transmetteur et récepteur ne sont pas trop éloignés l'un de l'autre, l'action du poste fictif supposé très haut dans le ciel peut devenir négligeable comparativement à l'effet direct du poste émetteur, de sorte que les erreurs sont insignifiantes. C'est de cette façon qu'on peut expliquer pourquoi, lorsque la station cherchée est distante de moins de 25 km., les indications sont exactes quel que soit le type de l'antenne émettrice.

Avant d'accepter ou de rejeter ce rapide exposé d'une nouvelle théorie, il convient d'en attendre la confirmation expérimentale. Dans le cas où elle serait reconnue comme exacte, une conséquence pratique en découlerait immédiatement : on serait obligé d'en revenir à l'antenne primitive de Marconi ou à des systèmes équivalents

pour les stations émettrices destinées à servir de points de repère en radiotélégraphie directionnelle.

Amplificateurs sur un câble téléphonique Krarup (1).

par Karl HÖFFER (*Telegraphen und Fernsprech-Technik*, octobre-novembre 1920).

Pendant l'automne 1919 un câble téléphonique de 137 km. de longueur (2) a été posé entre Stralsund (Allemagne) et Malmö (Suède). Ce câble comprend quatre conducteurs formant deux circuits métalliques et un circuit combiné. L'affaiblissement de chaque circuit métallique est de 0,0122 par km., celui du combiné est de 0,0142, ce qui fait un affaiblissement total de 1,67 pour chaque circuit métallique et de 1,95 pour le combiné. A Stralsund le câble aboutit au bureau même. Du côté suédois, il aboutit à la baie de Kämping, au sud de Malmö, où il est relié à une ligne aérienne de 24,9 km. en fil de bronze de 3 mm., et il arrive au bureau de Malmö par un câble sous papier en fils de 1,5 mm. du type ordinaire.

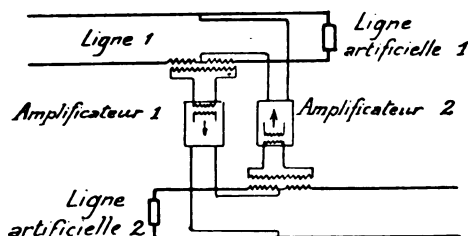


Fig. 1. — Schéma de principe du montage des amplificateurs.

La ligne aérienne a les constantes suivantes :

<i>Circuit métallique.</i>	<i>Combiné.</i>
$R = 5 \text{ ohms}$	$R = 2,5 \text{ ohms}$
$L = 2,5 \text{ mH.}$	$L = 1,1 \text{ mH.}$
$K = 0,0055 \text{ } \mu\text{F.}$	$K = 0,0106 \text{ } \mu\text{F.}$
$\beta = 0,00398$	$\beta = 0,00396 \quad \omega = 5.000$
$Q = 700 \text{ } \underline{\text{--- } 9^{\circ} 32'}$	$Q = 338 \text{ } \underline{\text{--- } 11^{\circ} 45'}$
$\beta l = 0,1$	$\beta l = 0,1$

(1) Note remise par M. PICAULT, Ingénieur des Postes et Télégraphes.

(2) *Annales des Postes et Télégraphes*, mars 1920.

Le câble suédois en fil de 1,5 mm. a les constantes suivantes :

<i>Circuit métallique.</i>	<i>Combiné.</i>
$R = 19,2 \text{ ohms}$	$R = 9,6 \text{ ohms}$
$L = 0,65 \text{ mH.}$	$L = 0,3 \text{ mH.}$
$K = 0,038 \text{ } \mu\text{F.}$	$K = 0,086 \text{ } \mu\text{F.}$
$\beta = 0,0395$	$\beta = 0,0419$
$\beta l = 0,115$	$\beta l = 0,121$
$Q = 320 \text{ } \text{ } \underline{\text{ } 39^{\circ} 54'}$	$Q = 151 \text{ } \text{ } \underline{\text{ } 40^{\circ} 35'}$

Entre Stralsund et Malmö l'affaiblissement total βl est de 2,1 pour le circuit métallique, de 2,4 pour le combiné ; les pertes dans les transformateurs de combinaison et d'appropriation sont comprises dans ce chiffre.

Malmö est au point de vue de son importance le troisième bureau de Suède ; il part de Malmö un réseau interurbain très étendu.

De Malmö à Stockholm existent deux lignes en fil de bronze de 4,5 mm. (par endroits de 3 mm.), dont l'une sert comme réserve en cas de dérangements ; on peut également utiliser une ligne pupinisée en fils de 3 mm. (160 mH. par 8 km.) ; l'affaiblissement des deux lignes ordinaires est de 2,1 en y comptant la perte d'énergie due aux transformateurs toroïdaux. L'affaiblissement de la ligne pupinisée est un peu plus faible.

Pour le trafic entre l'Allemagne et Göteborg, la deuxième ville de Suède, il existe une ligne de 385 km. de long en fils de 3 mm. avec une ligne identique comme rechange. L'affaiblissement de la ligne Malmö-Göteborg est de 1,8. Göteborg assure le trafic avec Christiania par une ligne pupinisée de 360 km. de longueur.

Malmö est en outre relié directement par des lignes en fils de 3 mm. avec Norköping, Oerebro, Jonköping, Nässjö, Eslöf, Halmstad, Hälsingborg, Hässleholm, Kalmar, Karlshamm, Kristianstad, Landskrona, Lund, Simrishamm, Trälleborg, Ystad, Angelholm.

Du côté allemand, on dispose des lignes suivantes :

- 1) Une ligne Stralsund-Berlin en fil de 3 mm. de 243 km. (2 lignes de 4 comme rechange) ;

- 2) Une ligne Stralsund-Hambourg en fil de 4 mm. de 271 km. de long ;
 3) Une ligne Stralsund-Stettin en fil de 3 mm. de 157 km. de long ;
 4) Une ligne Stralsund-Rostock-Lubeck en fil de 3 et 4 mm. de 187 km.

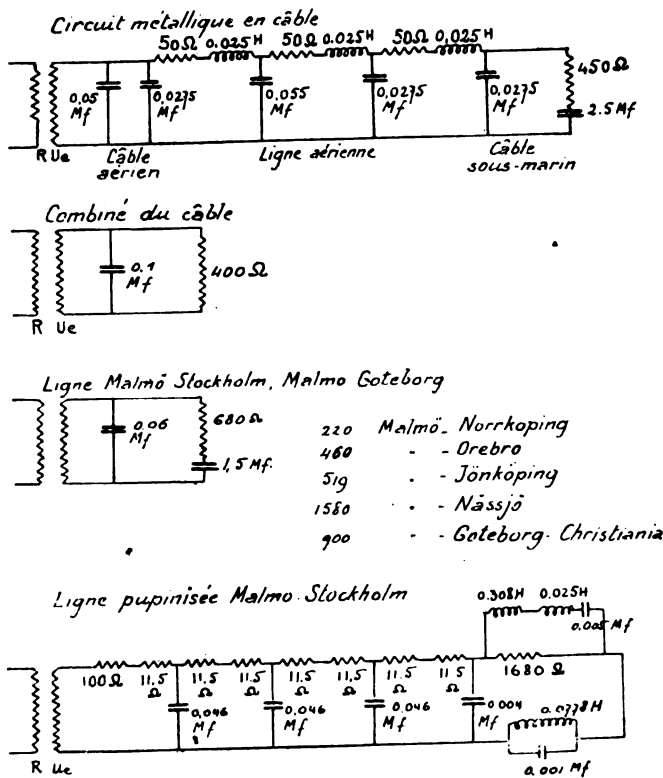


Fig. 2. — Lignes artificielles du bureau de Malmö.

L'affaiblissement total est :

entre Berlin et Malmö.....	3,6
Hambourg et Malmö.....	3,3
Berlin et Göteborg.....	5,6
Hambourg et Göteborg.....	5,3
Berlin et Stockholm.....	5,7
Hambourg et Stockholm.....	5,4

Ces chiffres sont valables pour une communication empruntant les circuits métalliques du câble ; quand on emploie le combiné, l'affaiblissement est plus élevé de 0,3 environ.

En raison de ces affaiblissements élevés, il a été nécessaire d'intercaler des amplificateurs dans les lignes. Comme les constantes électriques du câble sont différentes de celles des lignes aériennes auxquelles il est relié, on ne pouvait envisager que l'emploi d'amplificateurs avec lignes artificielles pour équilibrer chacune des lignes parce que ce montage seul permet de relier l'une à l'autre deux lignes d'impédances différentes, sans qu'il se produise des oscillations entretenues ; un amplificateur de ce type permet de réaliser une amplification de 2,2 (c'est-à-dire un affaiblissement négatif de 2,2). Pour les communications entre Berlin, Lübeck, Hambourg, Stettin et Malmö, un seul amplificateur suffit, mais pour les au-delà de Malmö deux amplificateurs sont nécessaires.

Les amplificateurs sont placés à Stralsund et Malmö, par conséquent aux deux bureaux qui se trouvent aux extrémités du câble. Le schéma du montage est celui de la figure 1. Un courant émis sur la ligne 1 traverse le primaire du transformateur U_{e_1} , puis l'amplificateur 1 et est renvoyé sur la ligne 2 et sur la ligne artificielle d'équilibrage ; ces deux courants traversent en différentiel les deux enroulements de U_{e_2} et il n'en résulte aucune action sur l'amplificateur 2.

Les lignes artificielles d'équilibre sont indiquées aux schémas. A Stralsund, l'équilibrage de la ligne sous-marine qui part du bureau s'est fait sans difficulté au moyen de résistances et de capacités. La ligne Krarup à inductance uniformément répartie se comporte comme une ligne aérienne, et peut être équilibrée par une résistance égale à $\sqrt{\frac{L}{C}}$, et un condensateur $\frac{2\sqrt{LC}}{R}$. Au moyen de mesures à diverses fréquences variant entre 600 et 1.200, on a vérifié quel degré d'équilibrage était réalisé entre Stralsund et Malmö. Comme la ligne sous-marine Stralsund — côté suédois — n'est pas assez longue pour que son impédance soit indépendante de la résistance à l'extrémité, la relation entre la résistance apparente et la fréquence n'est pas une droite. La forme ondulée de la courbe pro-

vient des réflexions dues aux jonctions avec les lignes entre la côte suédoise et Malmö, ligne aérienne et câble souterrain de Malmö.

Il a été plus difficile de réaliser l'équilibrage du câble à partir de Malmö; de ce point les deux lignes terrestres se trouvaient avant

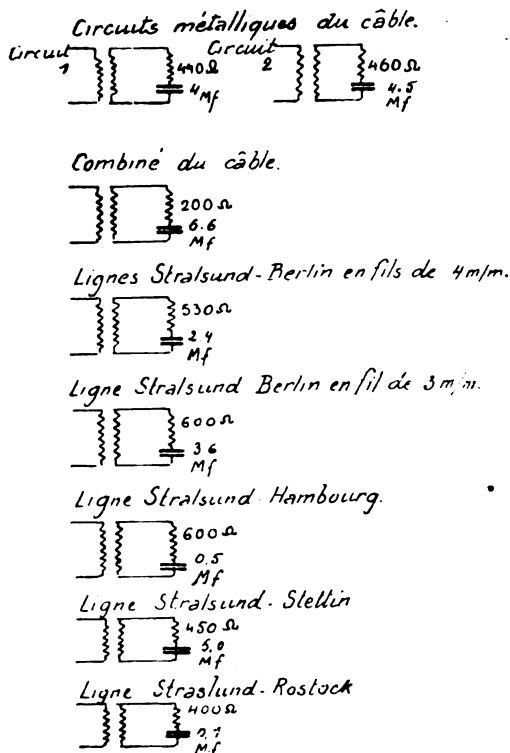


Fig. 3. — Lignes artificielles du bureau de Stralsund.

le câble et leur influence sur la résistance apparente de la ligne était prépondérante. Il fut nécessaire d'employer des résistances, des inductances et des capacités pour former la ligne artificielle. La ligne aérienne longue de 24,9 km. a une inductance de 2,5 millihenrys par km., par conséquent une inductance totale de 62,5 millihenrys. On avait compté au début sur une longueur de 30 km., de sorte qu'il n'y avait que deux bobines Pupin ayant 0,1 H. au total avec 25 millihenrys dans chaque enroulement. Malgré cette mauvaise détermination initiale, on a réussi à équilibrer la ligne.

Comme le montre le tracé (fig. 5), l'impédance apparente augmente légèrement avec la fréquence, et en même temps subit de légères oscillations; de nouvelles lignes artificielles ont été établies à la suite d'expériences plus complètes nécessitant de plus longs calculs, mais l'équilibrage primitif permettait cependant d'établir les liaisons suivantes avec un bon fonctionnement du relais : Malmö — circuit 1 — amplificateur à Stralsund — circuit 2 — amplificateur à Malmö — retour à Stralsund par le combiné. Sans amplificateur, cette communication avait un affaiblissement de 6,5 et aucune audition n'était possible. Après la mise en service du premier amplificateur, on pouvait comprendre les mots en écoutant avec attention. Après la mise en service des deux amplificateurs l'audition était très bonne. Chaque amplificateur représentant un gain de 2,2, le gain total était de 4,4, de sorte que l'affaiblissement résultant était de 2,1, ce qui fut vérifié par des mesures directes.

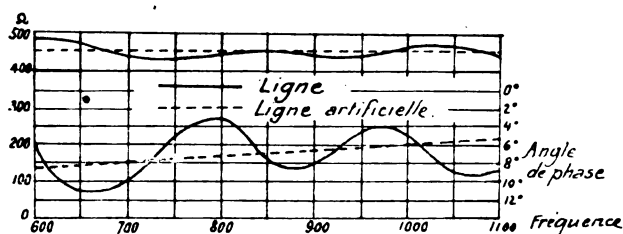


Fig. 4. — Variation de l'impédance apparente avec la fréquence.

Le bon équilibrage du câble avait une grande importance, et permettait d'utiliser cette propriété du montage à deux amplificateurs, que l'équilibrage parfait d'une des lignes est d'autant moins nécessaire que celui de l'autre est plus parfaitement réalisé. C'était sur le câble que devait porter le bon équilibrage parce que l'équilibrage des lignes aériennes ne pouvait pas être exactement réalisé, soit parce que ces lignes n'étaient pas assez longues, ou parce que leur état électrique variait d'un jour à l'autre. Entre le bureau de Malmö et la sortie nord de cette ville, de même que dans la direction de Göteborg et de Stockholm, se trouve un câble urbain sous papier en fils de 1,5 mm. Ce câble est équilibré par un condensateur de 0,06 microfarads ; des lignes artificielles mieux équilibrées sont à

l'étude. Une étude a été entreprise pour équilibrer la ligne aérienne pupinisée en fils de 3 mm. Malmö-Stockholm. L'équilibrage primitif a été réalisé d'une manière empirique ; il fallait tenir compte de l'existence d'une section en câble sous papier de 1,7 km. de longueur placée à 30 km. de Malmö environ ; cette section avait été construite après la pupinisation de la ligne aérienne ; il n'en avait naturellement pas été tenu compte dans l'étude de la pupinisation ; plus tard on avait posé une bobine Pupin au milieu de cette ligne souterraine. La fig. 6 montre comment l'équilibrage a été réalisé.

Enfin il a été nécessaire de compenser les enroulements du transformateur en plaçant un transformateur spécial dans la ligne artificielle. Au début, on employait des bobines toroïdales suédoises. On eut bientôt l'occasion de connaître que l'équilibre était rompu chaque fois qu'un courant d'appel était envoyé sur la ligne, ce qui se manifestait par la production d'ondes entretenues aux basses fréquences. Ceci signifiait que les propriétés des bobines n'étaient pas les mêmes aux fréquences des courants d'appel qu'aux fréquences téléphoniques ; en conséquence, ces bobines furent remplacées par des transformateurs spécialement construits.

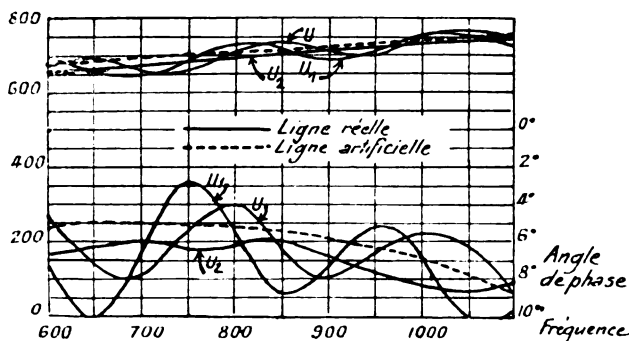


Fig. 5. — Impédance apparente du circuit métallique Malmö-Stralsund et de la ligne artificielle.

U_1 Isolé à Stralsund ; U_2 Court-circuit à Stralsund ; U Amplificateur avec ligne artificielle à Stralsund.

Le schéma complet de l'installation est donné fig. 7. On emploie des tubes à vide du modèle Siemens, à vide élevé ; le courant de chauffe est de 2,1 A, la tension étant de 3,4 volts ; la tension de plaque

est de 220 volts ; une force électro-motrice négative de 9 volts est appliquée à la grille (voir *Telegr. und Fernsprech-T.*, mai 1919). Pour rendre le chauffage du filament dont dépend la durée du tube indépendant des hasards du trafic, les filaments des tubes sont précédés de résistances en fer, placées dans des tubes remplis d'hydrogène, qui peuvent égaliser automatiquement les variations de tension de la batterie de chauffage à quatre éléments. La partie moyenne du dessin montre les commutateurs qui permettent de servir et de surveiller l'amplificateur. A la partie inférieure se trouvent les installations pour l'appel des postes extrêmes et pour l'appel de la station d'amplificateurs. Il faut remarquer les deux lignes artificielles, dont l'une sert à rendre artificiellement plus longue l'une des lignes et la deuxième sert à équilibrer cet allongement artificiel. L'allongement artificiel de la ligne permet de relier à une longue ligne des lignes courtes par l'intermédiaire de l'amplificateur. Ainsi il n'est pas possible avec l'amplificateur de Stralsund d'obtenir une bonne audition avec un des postes voisins de Malmö. Quand le bureau de Malmö intercale son amplificateur, l'audition est améliorée ; il est cependant nécessaire de rendre artificiellement plus longues les lignes courtes de manière à faciliter leur équilibrage.

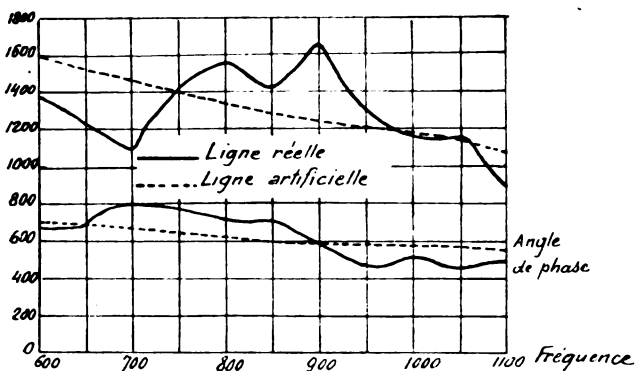


Fig. 6. — Impédance apparente de la ligne pupinisée Malmö-Stockholm et de la ligne artificielle.

Rien n'est changé au trafic par l'emploi des lignes artificielles. Les opératrices relient les deux lignes à la ligne artificielle qui leur correspond et peuvent travailler avec de grandes amplifications.

Le sifflement de l'amplificateur est combattu par l'affaiblissement de l'amplification au moyen de résistances, mises en parallèle avec le primaire des deux transformateurs.

Le trafic avec la Suède est tel que chacun des circuits métalliques du câble transmet par jour environ 200 communications ; il faut tenir compte du combiné utilisé pour les communications entre la Suède et Stettin, Rostock, Lübeck, Kiel et Stralsund et aussi pour Berlin et Hambourg, quand de nouvelles voies doivent être employées du côté allemand.

Preennent encore part au trafic Suède-Allemagne, les villes de Hanovre, Leipzig, Dresde, Francfort (Main). Pour la liaison à Francfort un amplificateur à deux étages est placé à Berlin.

Pour le trafic entre Berlin d'une part et Malmö et Stockholm d'autre part, les indications de service sont transmises par voie télégraphique (en Suède le récepteur est un Morse à bande, en Allemagne c'est un téléphone alimenté en courant alternatif). Les signaux télégraphiques sont transmis par l'appropriation de la ligne aérienne et du combiné du câble ; la préparation télégraphique est également utilisée dans le trafic entre Hambourg et la Suède ; pour cela, on emploie sur le combiné du câble un système de télégraphie duplex.

Procédé de téléphonie secrète (*E. T. Z.*, janvier 1921). —

Ce procédé a été inventé pendant la guerre par K. W. Wagner et O. Reichenheim. Il consiste à produire intentionnellement des bruits sur la ligne afin de brouiller les conversations. Il faut évidemment que les bruits ainsi produits ne gênent pas les deux postes entre lesquels s'échangent les communications, tout en gênant un tiers placé en écoute sur la ligne. On y parvient de la façon suivante : au cours de la conversation la ligne est isolée des appareils durant un temps très court ($\frac{1}{300}$ de seconde environ) pendant lequel on envoie sur la ligne un courant intense fourni par une batterie spéciale ou par la décharge d'un condensateur. Grâce à un appareil automatique, l'émission se répète environ 30 fois par seconde. La ligne est parcourue à la fois par les courants téléphoniques relative-

ment faibles et par les courants de brouillage beaucoup plus intenses. Ceux-ci produisent dans le récepteur placé en écoute une forte « friture » qui couvre complètement la voix. Par contre, les courants gênants ne sont pas perçus dans les récepteurs des deux postes correspondants qui se trouvent isolés de la ligne au moment où la « friture » se produit. La distribution est assurée par deux disques répartiteurs tournant en synchronisme et placés chacun à une extrémité de la ligne. On utilise les courants de « friture » eux-mêmes pour réaliser le synchronisme. Pour que le procédé en question donne satisfaction, il est nécessaire que l'audition entre les deux postes secrets ne souffre pas de l'interruption continuelle et brusque de la conversation. La question ne pouvait guère être tranchée qu'expérimentalement. On reconnut qu'une certaine fréquence minima des interruptions est indispensable ; en dessous de cette fréquence, la parole est dure et hachée et presque incompréhensible. En choisissant convenablement le nombre des interruptions, le timbre est légèrement voilé, mais l'audition n'en souffre nullement.

Des essais pratiques eurent lieu à l'intérieur sur des lignes du Reich, au front occidental et au front oriental sur des circuits militaires, à des distances variant entre 100 et 400 km. Ils furent couronnés de succès. Au front, sur des distances plus courtes (30 km.), on s'est également servi d'appareils plus simples (n'exigeant pas de synchronisme) basés sur le même principe que le précédent.

Perturbations occasionnées en Thuringe par le givre et la neige (*Deutsche Verkehrs Zeitung*). — Une période de gelées persistantes, avec accompagnement de chutes de neige chassée par une forte bise, a occasionné en Thuringe du 8 au 22 décembre 1920 des dégâts se chiffrant par millions. Les forêts parées de neige et de givre offraient un coup d'œil d'une rare beauté, mais il était dangereux de s'aventurer sous les arbres, car ceux-ci supportant des charges inaccoutumées se fendaient parfois en deux ou se rompaient comme une allumette, tombant pêle-mêle sur les chemins recouverts de branches cassées. Les plus petites branches portaient une couche

de givre épaisse comme le bras. L'aspect des arbres isolés dans la campagne ou plantés le long des routes était lamentable : un grand nombre avaient été déracinés ou décapités. Les appuis des lignes télégraphiques et téléphoniques n'avaient pas échappé au désastre. Il n'est pas une seule ligne à longue distance qui soit demeurée intacte ; certains circuits avaient été détruits sur plusieurs kilomètres. Poteaux et fils enchevêtrés étaient tombés en travers des routes et constituaient avec les arbres rompus une entrave sérieuse à la circulation. Certains appuis s'étaient brisés au ras du sol, d'autres à une hauteur variant entre 1 et 2 mètres. Nombre de poteaux s'étaient inclinés et presque toutes les tiges de fer servant à allonger les appuis étaient arrachées. La région qui a le plus particulièrement souffert est comprise entre Eisenach, Ruhla, Tambach et Schmiedfeld d'une part et Erfurt, Stadtilm, Gehehen et Grossbreitenbach d'autre part ; d'autres contrées situées au nord, à l'est et à l'ouest de cette région ont été de même sévèrement éprouvées. La région comprise entre Gotha, Friedrichroda et Ilmenau a été le plus sérieusement touchée. Les réseaux de ces localités ont été complètement anéantis ; ceux de Waltershausen, Ohrdruf, Tambach et Oberhaf, le furent en grande partie.

Sous l'effet du givre et sous la poussée du vent, les conducteurs furent arrachés, et les appuis sur toitures furent tordus, inclinés ou arrachés. Les fils tombés à terre dans les rues et sur les places représentaient l'image de la pire confusion.

Pour procéder sans délai aux travaux de déblaiement et de restauration, on fit appel à un grand nombre d'équipes d'ouvriers d'autres districts qui secondèrent les 27 équipes de construction du district d'Erfurt.

A Gotha, plus de 30 appuis sur toitures avaient été arrachés et la ligne aérienne qui relie le bureau à la gare avait particulièrement souffert ; on dut recourir à des câbles aériens pour remettre en état le réseau téléphonique. On posa un câble à 25 paires long de 1,500 mètres et un autre câble à 50 paires ainsi que 18 nouvelles lignes de raccordement. En outre, on répartit entre divers câbles 25 circuits particulièrement exposés.

De même à Friedrichroda, les dégâts étaient tellement considé-

rables qu'on dut remplacer immédiatement par un câble plusieurs lignes aériennes.

De l'avis des Thuringiens habitués à ces phénomènes, jamais on n'avait vu le givre et la neige exercer leurs ravages pendant une aussi longue période ; il n'est donc pas étonnant que les lignes télégraphiques et téléphoniques aient tant souffert ; on eut ainsi l'occasion de constater que toutes les mesures de consolidation et de sécurité prises en prévision d'événements de ce genre pouvaient en peu de temps devenir insuffisantes ou absolument inefficaces.

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Pensions du personnel des Postes et Télégraphes d'Alsace-Lorraine, sous le régime allemand. — Aucune retenue n'est effectuée sur les émoluments en vue de la constitution d'une pension.

Droits à la pension. — Tout fonctionnaire commissionné a droit à une pension :

1° lorsqu'après dix ans de services au moins, il devient, d'une manière permanente, incapable de remplir les devoirs de sa fonction, par suite d'infirmités corporelles ou d'affaiblissement de ses forces physiques ou intellectuelles ;

2° même avant dix ans de services, lorsque l'incapacité de service résulte d'une maladie, d'une blessure ou d'un autre dommage contracté par le fonctionnaire dans l'exercice ou à l'occasion de ses fonctions, sans qu'il y ait faute de sa part ;

3° sans aucune condition d'incapacité, lorsqu'il a accompli sa soixante-cinquième année d'âge.

Il n'est pas fait de distinction entre les services actifs et les services sédentaires.

Lorsqu'un fonctionnaire, commissionné ou non commissionné, obligé, avant ses dix années de services, de cesser ses fonctions pour incapacité de service, se trouve dans le besoin, le Ministère ou le Conseil fédéral peut lui accorder une pension temporaire ou viagère.

Le fonctionnaire destitué perd ses droits à la pension ; la loi prévoit cependant que dans certaines circonstances une partie de la pension peut lui être servie soit à vie, soit pour une durée déterminée.

Les services accomplis en qualité d'aide de bureau de 3^e classe, de gérant d'agence postale, de jeune facteur, d'ouvrier des télégraphes, d'auxiliaire ou d'intérimaire ne donnent pas droit à pen-

sion. Les titulaires de ces emplois sont assujettis à l'assurance-maladie et à l'assurance-invalidité.

Services valables pour la pension. — Les services civils accomplis à partir de la dix-huitième année (17 ans révolus) et les services militaires accomplis à partir de la dix-neuvième année (18 ans révolus) comptent pour la pension.

Les services accomplis en qualité de référendaire, stagiaire ou surnuméraire, facteur stagiaire (Postbote), maître ouvrier des télégraphes, employé non commissionné, sont valables au même titre que les services accomplis comme fonctionnaire commissionné.

En temps de guerre, chaque année au cours de laquelle le fonctionnaire mobilisé a séjourné au moins deux mois dans la zone d'opérations ou a pris part au moins à un combat est comptée double.

Le séjour aux colonies, lorsqu'il n'est pas inférieur à un an, est compté double pour le calcul de la pension.

Le droit à la pension n'est interrompu ni par les congés, ni par les maladies.

Mise à la retraite. — Les fonctionnaires peuvent rester en fonctions après 65 ans, s'ils ont conservé l'aptitude nécessaire et si aucune raison ne s'oppose à leur maintien.

Tout fonctionnaire commissionné qui, par suite de maladie, d'infirmité, d'épuisement physique ou d'incapacité intellectuelle, est jugé par son chef direct définitivement incapable de remplir ses obligations professionnelles est mis à la retraite d'office quelle que soit la durée de ses services, après constatation de son état par un médecin. En général, la mise à la retraite est prononcée lorsqu'après un an d'absence pour maladie, il n'y a pas lieu d'espérer un rétablissement prochain.

Le fonctionnaire mis à la retraite d'office peut formuler une protestation. Il est alors procédé à une enquête, à la suite de laquelle le Ministère ou l'Empereur, suivant le cas, décide. La décision du Ministère peut faire l'objet d'un recours de l'intéressé auprès du Conseil fédéral.

Taux de la pension. — La pension est calculée sur l'ensemble des émoluments ci-après :

1° Le dernier traitement ;

2° La moyenne de l'indemnité de logement fixée

pour les directeurs supérieurs à	1.417 fr. 50
— autres fonctionnaires supérieurs à	1.092 fr. 50
— agents de la carrière moyenne à	682 fr. 50
— dames employées à	472 fr. 50
— sous-agents à	375 fr. »

3° Les suppléments attachés à certaines fonctions : indemnités de fonctions des conseillers supérieurs (1.500 fr.), conseillers (750 fr.), secrétaires supérieurs de l'ancien recrutement de la carrière supérieure (375 fr.).

Après dix ans de services, *ou moins*, la pension est égale aux 20/60 du total des émoluments indiqués ci-dessus ; elle s'accroît de 1/60 pour chaque année accomplie en plus de la dixième jusqu'à la trentième révolue et de 1/120 pour chaque année accomplie en sus de trente années, sans pouvoir excéder les 45/60 (trois quarts) du total des dits émoluments.

Il n'y a pas d'autre limite. Ainsi, un directeur supérieur au traitement de 15.000 fr. mis à la retraite à 58 ans, après 40 ans de service, a droit à une pension de :

$$15.000 + 1.417,50 \times \frac{45}{60} = 12.315 \text{ fr.}$$

Pour les fonctionnaires titulaires d'une pension militaire, celle-ci s'ajoute à la pension civile, en totalité ou en partie, de manière que la pension totale n'excède pas les 3/4 des émoluments.

D'ailleurs, les anciens militaires ne reçoivent pas de pension à titre d'ancienneté ; ils ont seulement droit à un emploi civil ; sont seuls pensionnés ceux qui ont été réformés. La pension militaire ne peut être cumulée avec un traitement civil.

Paiement de la pension. — La pension est payée par trimestre et d'avance, à partir de l'expiration du trimestre qui suit le mois au cours duquel la décision de mise à la retraite et le montant de la pension ont été notifiés au fonctionnaire.

Pensions des veuves et des orphelins. — Ont droit à une pension la veuve et les enfants légitimes ou légitimés du fonctionnaire qui a obtenu une pension ou qui, au jour de son décès, aurait eu droit à pension.

La veuve n'a pas droit à la pension :

1° si son mariage a été contracté dans les 3 mois qui ont précédé le décès du mari, et a eu pour but de lui procurer le bénéfice de la pension ;

2° en cas de divorce ou de séparation de corps et de biens.

Le montant de la pension de la veuve est des $\frac{2}{5}$ de la pension que le défunt avait obtenue ou qu'il aurait obtenue s'il avait quitté le service le jour de son décès. Elle ne peut être inférieure à 300 marks ni dépasser 5.000 marks.

La pension des orphelins s'élève :

1° au cinquième de la pension de veuve, pour chacun des enfants, lorsque la mère vit encore et qu'elle-même a droit à une pension ;

2° au tiers de la pension de veuve pour chaque enfant, lorsque la mère est décédée ou n'a pas droit à la pension.

La totalité des pensions de la veuve et des orphelins ne peut dépasser le montant de la pension du défunt ou de celle à laquelle il aurait pu avoir droit au jour du décès. Chacune des pensions est réduite proportionnellement, s'il y a lieu.

La pension de la veuve ou des enfants qui prend fin, pour une des causes précitées ou par suite de décès, accroît proportionnellement celle des orphelins en restant dans la limite des maxima indiqués plus haut.

Si la veuve est plus jeune que son mari d'au moins 15 ans, sa pension est réduite de $\frac{1}{20}$ pour chaque année de différence à partir de la 15^e jusqu'à la 25^e. Mais si le mariage remonte à plus de 5 ans, la pension ainsi réduite est augmentée par année de mariage au delà de 5 ans d'un dixième de la pension calculée d'après les règles ordinaires, jusqu'à concurrence du chiffre plein. Cette réduction est sans influence sur le montant de la pension des orphelins.

La veuve et les orphelins d'un fonctionnaire commissionné décédé en activité de service ont droit aux émoluments du défunt pour le mois pendant lequel a eu lieu le décès et pour le trimestre suivant (trimestre de grâce). Le droit à la pension part de l'expiration du trimestre de grâce.

La pension de la veuve et des orphelins est payée mensuellement et d'avance.

N'ont plus droit à la pension : la veuve qui se remarie, les enfants qui ont atteint leur dix-huitième année, les filles qui se marient avant l'âge de 18 ans.

En cas de décès d'un fonctionnaire non commissionné qui avait été nommé sous la réserve de faculté de renvoi avec ou sans préavis, le chancelier de l'Empire peut allouer à sa veuve et à ses enfants des pensions jusqu'à concurrence des sommes auxquelles ils auraient pu prétendre si le défunt avait été commissionné.

Pensions des fonctionnaires victimes d'accidents de service. — Si l'accident entraîne une incapacité complète de travail, la pension est fixée aux $\frac{2}{3}$ des émoluments, quelle que soit la durée des services.

En cas d'impotence absolue, c'est-à-dire si le fonctionnaire ne peut se passer d'une aide (perte des deux bras ou des deux jambes, cécité, aliénation mentale, etc.), la pension peut égaler le traitement.

L'incapacité partielle de travail n'entraîne pas la mise à la retraite.

Si le fonctionnaire victime d'un accident de service n'est pas commissionné, la pension est calculée sur le traitement de début du premier emploi commissionné auquel il pouvait être nommé.

Les frais médicaux, pharmaceutiques, de cure, d'appareillage, etc., sont supportés par l'État.

Rentes des survivants d'un fonctionnaire décédé à la suite d'un accident de service. — La veuve et les enfants âgés de moins de 18 ans d'un fonctionnaire décédé à la suite d'un accident de service ont droit chacun à une rente égale au cinquième du dernier traitement dudit fonctionnaire. Cette rente ne doit pas être inférieure à 216 marks pour la veuve et à 160 marks pour chaque enfant, ni supérieure à 3.000 marks pour la veuve et à 1.600 marks pour chaque enfant. Le montant total des rentes de la veuve et des enfants ne doit pas dépasser les $\frac{3}{5}$ du traitement.

Toutefois, le tarif des pensions ordinaires est appliqué s'il est plus avantageux.

Les ascendants ont droit, s'ils étaient à la charge du défunt et s'ils sont indigents, à une rente égale, pour l'ensemble, au cinquième du traitement, avec minimum de 160 marks et maximum de 1.600 marks.

Les petits-enfants reçoivent, ensemble, une rente totale égale aussi au cinquième du traitement, s'ils sont indigents, sans parents, si le défunt pourvoyait à leur entretien et s'ils n'ont pas dépassé l'âge de 18 ans.

Toutefois, une rente n'est attribuée aux ascendants que si la rente à laquelle ont droit la veuve et les orphelins n'atteint pas les $\frac{3}{5}$ du traitement du défunt ; de même, les petits-enfants ne reçoivent une rente que si l'ensemble des rentes allouées à la veuve, aux enfants et aux ascendants n'atteint pas les $\frac{3}{5}$ du traitement.

En cas de décès d'un fonctionnaire titulaire d'une pension pour accident de service, et si la mort n'est pas la suite directe de l'accident, la rente due à la veuve et aux enfants est calculée sur la pension que recevait le défunt d'après le taux des pensions ordinaires et non d'après le tarif des rentes d'accidents.

Considérations sur la T. S. F. — Analogies mécaniques.

Avantages d'une station centrale. — Les lignes qui suivent sont extraites d'une allocution prononcée en octobre dernier à Schenectady (E. U.) par M. Alexanderson, Ingénieur en chef de la Radio Corporation, devant des délégations étrangères, la délégation française comprenant notamment M. le général Ferrié, Inspecteur général de la Télégraphie Militaire et M. Broin, Directeur au Sous-Secrétariat d'État des Postes, Télégraphes et Téléphones :

« La distance qu'une onde peut parcourir avant de s'éteindre est proportionnelle à sa longueur. En radio-communication, on a observé que la distance à laquelle une communication sûre peut être maintenue est d'environ 500 fois la longueur de l'onde d'éther utilisée. Il se peut qu'il y ait plus qu'une coïncidence dans le fait que les distances que parcourent avant de disparaître une onde sonore dans l'air, et une onde sur la surface de l'eau, sont aussi de 500 longueurs d'onde. Les longues houles de l'océan voyagent sur des centaines de milles, tandis qu'un caillou qui tombe à la surface d'une eau tranquille produit une ride qui s'éteint sur une très courte distance. La longueur d'onde moyenne du son de la voix humaine est d'environ 30 centimètres, et nous savons que si nous parlons haut, notre voix portera à une distance d'environ 150 mètres.

« Si nous désirons envoyer un message à une longue distance, nous devons donc choisir une onde longue. La distance d'ici à l'Europe est de 5.000 kilomètres. Si cette distance doit être couverte par 500 longueurs d'ondes, chaque longueur d'onde doit être au moins de 10 kilomètres. Les ondes utilisées pour les communications transatlantiques ont, en effet, 10.000 mètres ou davantage.

« Nous pouvons produire des ondes liquides en faisant se balancer une barque. Si nous faisons se balancer un canot, nous obtenons une onde courte, mais si nous faisons se balancer un plus grand bateau nous obtenons une onde plus grande en proportion. Faire se balancer le bateau demande de l'énergie, et afin de produire une onde de longueur convenable, l'énergie doit agir au moyen d'un organe intermédiaire de grandeur et de proportions convenables. En radiotransmission, l'organe qui communique l'énergie à l'éther est l'antenne. Cette antenne correspond à la coque du navire ou à la table d'harmonie du piano.

« L'analogie avec les ondes dans l'eau peut être poursuivie plus loin. L'onde est un déplacement du milieu se communiquant de proche en proche et le déplacement initial produit par l'organe agissant sur le milieu est proportionnel au volume de cet organe. Le déplacement du bateau correspond au volume effectif de l'antenne. L'angle maximum dont le bateau peut être incliné avant d'embarquer de l'eau correspond à la tension maximum à laquelle l'antenne peut être soumise, c'est-à-dire à la tension à laquelle l'air environnant cède à la pression électrostatique.

« En unités électriques, ce déplacement de l'éther s'exprime en ampère-mètres. Ceci est en réalité une mesure de volume, comme on le voit en remarquant que le courant de charge en ampères, à la tension limite, est proportionnel aux deux dimensions horizontales de l'antenne. La troisième dimension, c'est-à-dire la hauteur, apparaît directement dans le produit et est exprimée en mètres.

« La hauteur de l'antenne est la plus coûteuse des trois dimensions sur lesquelles nous pouvons agir pour créer un déplacement électrique donné de l'éther. La tendance, dans les stations construites en vue de l'économie maximum, est par suite vers les structures de hauteur modérée et de grande longueur, tandis que la

tendance dans le passé, lorsque le rendement dynamique était la principale considération, était vers des tours de grande hauteur.

« D'après l'ancienne manière de voir, on mesurait la puissance d'une station par le nombre de kilowatts consommés dans l'antenne. Mais la mesure moderne de la valeur radiante de l'antenne est le nombre d'ampère-mètres de déplacement d'éther qui peuvent être produits à la tension limite déterminée par la rupture de l'air.

« Les antennes des stations de New-Brunswick et de Marion, qui sont à présent employées pour le service transatlantique, ont chacune un mille de long. Dans la nouvelle station centrale radio qui est en cours de construction par la Radio Corporation à Long Island, il y aura dix ou douze antennes, chacune de un mille et quart de long. Cette station est destinée à communiquer efficacement avec toutes les parties du globe.

« Lorsque de très longues distances doivent être couvertes, on doit utiliser des ondes longues en proportion. Pour la transmission efficace de ces longues et puissantes ondes on aura besoin d'une antenne qui prenne contact avec un grand volume d'éther. Ceci sera obtenu en combinant plusieurs de ces antennes en une seule. A d'autres moments, les mêmes antennes seront utilisées pour la transmission simultanée de plusieurs messages sur des distances plus courtes.

« La répartition de la puissance de radiation, à laquelle nous venons de faire allusion, est rendue possible par l'emploi de l'antenne à accord multiple. Les antennes de New-Brunswick et de Marion sont actuellement accordées de telle manière que chacune agit comme six antennes agissant en multiple. La combinaison de plusieurs groupes semblables en multiple n'est qu'une nouvelle extension du même principe.

« Lorsque deux pareils groupes d'antennes sont connectés en parallèle, la perte par la résistance de terre est réduite de moitié. Par suite le rendement de l'antenne est accru, de sorte qu'une puissance déterminée produit plus de radiation. Il est encore plus important de remarquer, toutefois, que plus de puissance peut être utilisée avec ce rendement accru, de sorte que le résultat net est que l'amplitude de l'onde émise est double, ce qui signifie que l'énergie radiée est quadruplée.

« Les facteurs économiques qui conduisent à adopter la station centrale radio comme étant la solution pratique des problèmes de communication à longue distance sont pratiquement les mêmes que ceux qui ont amené à la création de la station centrale d'énergie électrique.

« D'une manière générale, l'une et l'autre assurent l'utilisation maximum du capital mis dans l'usine et de la puissance produite en permettant d'utiliser à plein le matériel de l'usine, tantôt par un service, tantôt par un autre, et en le combinant pour répondre à des demandes diverses.

« New-York est l'emplacement indiqué pour une station centrale dont le service aurait à s'étendre à l'Europe, à l'Amérique du Sud et vers l'Ouest. Une autre station centrale à Hawaï est en train d'être équipée pour servir de relai pour tous les points de l'autre côté de l'Océan Pacifique. Lorsqu'on est en hiver dans l'hémisphère nord, la puissance radiante vers l'Europe peut être diminuée, mais c'est précisément la saison où le trafic avec l'Amérique du Sud exige une radiation maximum en raison des conditions estivales qui règnent dans l'hémisphère sud. La station centrale radio de New-York pourra alors détourner une partie de sa puissance émissive des circuits européens au circuit sud-américain. Il y aura aussi des fluctuations quotidiennes dans le trafic qui auront lieu à différentes heures en raison des différences de longitude géographique. C'est ainsi que les pointes du trafic européen se produiront à des heures différentes des pointes du trafic sud-américain et du trafic vers l'Ouest. Le matériel de la station centrale pourra être utilisé de manière à tirer profit de cette circonstance. »

Câbles suspendus à des ressorts à boudin. — Au début de 1920, il devint nécessaire de remplacer le câble téléphonique posé le long du grand pont Mac Kinley; les vibrations continues du pont avaient fait devenir cristallin le métal de l'ancien câble qui tombait en morceaux. Pour éviter que pareil accident n'arrivât au nouveau câble, on le suspendit à un câble porteur fixé lui-même à une suspension catenaire au moyen de torons de fils.

La catenaire fut attachée aux piles les moins exposées aux trépidations ; néanmoins, à ses deux extrémités, le câble restait fixé aux parapets qui, eux, participaient aux ébranlements. Pour éviter que ces vibrations ne se communiquassent au câble, on se servit de forts ressorts à boudin qui amortissent les vibrations, de manière qu'en tout temps le câble reste immobile.

Après avoir calculé le poids que chaque ressort aurait à supporter, on mit à l'essai divers modèles de ressorts. On suspendait des seaux d'eau à chaque ressort et on poursuivait les expériences jusqu'à ce que les vibrations fussent sans effet sur le liquide et on a adopté des ressorts bien trempés, suffisamment robustes, du type reconnu le meilleur. Il a été nécessaire d'employer les ressorts deux à deux, car on s'est aperçu qu'un seul ressort, suffisant pour supporter le câble, ne possède pas une élasticité suffisante pour empêcher l'usure du câble par frottement contre le pont au moment des fortes chaleurs. Le pont ne se dilate pas dans les mêmes proportions que le câble porteur, c'est pourquoi celui-ci est posé sur les supports, de manière qu'il puisse aller et venir sans subir l'effet des variations signalées plus haut.

Câbles détériorés par des insectes. — On a découvert en Californie un insecte qui perfore les enveloppes des câbles téléphoniques, ajoutant de nouveaux dégâts à ceux qui sont produits par le frottement des bagues de suspension. C'est une sorte de scarabée, gros comme une petite coccinelle, dont les mandibules constituent des instruments perforateurs assez puissants pour lui permettre de se frayer un passage à travers les enveloppes de plomb des câbles ; les compagnies de téléphonie subissent, de ce fait, des dommages certains : la pluie pénétrant jusqu'aux conducteurs détermine des courts-circuits et il n'est pas rare que le travail d'un seul insecte rende inutilisable par centaines les lignes d'abonnés.

Aucun remède n'a pu être trouvé jusqu'ici. Il ne saurait être question de suivre les câbles une loupe à la main, pour repérer les trous creusés par les insectes. D'autre part, il est impossible d'exterminer tous les insectes qui vivent généralement dans les vieux

troncs d'arbres et dans le bois de corde. Les insectes s'attaquent de préférence aux parties du câble en contact avec les bagues de suspension; c'est sans doute qu'en ces points la perforation est plus aisée.

Les compagnies de téléphones ont fait appel au concours du bureau officiel d'entomologie : la question est actuellement à l'étude. On pense qu'il est possible de trouver un alliage qui rende les enveloppes assez résistantes pour leur permettre de résister aux attaques des insectes.

Communication radiotélégraphique entre l'Allemagne et l'Angleterre.

— Une série d'essais viennent d'avoir lieu en vue d'installer une liaison radiotélégraphique entre l'Allemagne et l'Angleterre. Ils ont été couronnés de succès, si bien que l'installation est ouverte à l'échange des télégrammes depuis plusieurs jours. Le poste transmetteur anglais est installé à Stonehaven (Écosse) ; la réception s'effectue à Londres. Du côté allemand, l'équipement est conditionné de telle façon que la transmission et la réception peuvent avoir lieu au bureau central télégraphique de Berlin. En réalité, au moyen du système dit « commande à distance », le central de Berlin actionne les appareils de transmission de la station de Königswusterhausen, tandis qu'en sens inverse les télégrammes enregistrés par la station de Teltow sont transmis par fil au central télégraphique de Berlin. Provisoirement, l'échange des télégrammes par cette nouvelle voie a lieu entre 17 et 20 heures, dimanches exceptés. En raison de ce que la transmission s'effectue au moyen d'appareils automatiques rapides, la nouvelle communication permettra d'écouler le trafic avec l'Angleterre dans des conditions particulièrement intéressantes. Les tarifs sont les mêmes que si les télégrammes empruntaient la voie des câbles.

Utilisation de camionnettes automobiles par le Service Téléphonique de Paris.

— La direction des Services Téléphoniques de Paris a mis à l'essai une camionnette automobile pour l'exécution des travaux d'entrées de poste.

Ann. des P., T. et T., 1921-II (10^e année).

21

Cette camionnette a été aménagée de manière à pouvoir transporter le personnel composant l'équipe et le matériel nécessaire dans les divers cas.

L'emploi de cette camionnette permet avec une équipe composée d'un chef, de cinq ouvriers et d'un chauffeur (faisant office de garde plaque) d'obtenir un rendement de 25 % supérieur à celui fourni par une équipe d'un chef et de huit hommes utilisant la voiture d'entrée de poste poussée à bras. Cette augmentation de rendement résulte du temps gagné pour les déplacements et aussi de ce que les ouvriers arrivant dispos sur le chantier travaillent avec plus de rapidité. La diminution de deux unités, dans la composition de l'équipe, est rendue possible puisqu'il n'est plus nécessaire de pousser à bras une voiture très lourde.

L'économie réalisée consiste :

1° En un gain de deux unités, ce qui procure, compte tenu des dépenses supplémentaires telles que, indemnité au chauffeur, huile, essence, pneumatiques, intérêt et amortissement des dépenses d'achat de la camionnette, une économie journalière de 8 fr. 50.

2° En une augmentation du rendement : l'équipe réduite à 7 unités (1 chef et 6 ouvriers) fournit 25 % de plus que l'équipe de 9 unités (1 chef et 8 ouvriers).

Étant donné qu'il existe dans le réseau de Paris 50 équipes d'entrées de poste occupant 400 ouvriers et 50 chefs d'équipe, on voit l'énorme intérêt qui résulterait de la généralisation, pour ces équipes, de la locomotion automobile.

Lanterne de sûreté pour travaux en égouts. — Dans certains cas, par exemple lorsque des inflammations sont à craindre en égout, galerie ou tunnel, il est nécessaire de proscrire l'emploi de lampes à feu nu et de faire usage de lanternes de sûreté.

La lanterne de sûreté utilisée par les services de Paris est alimentée par accumulateurs ; des dispositions spéciales ont été prises pour que l'étincelle à la fermeture et à l'ouverture du courant se produise en un point ne communiquant pas directement avec l'air extérieur.

A cet effet, la boîte renfermant les divers organes de la lanterne est divisée en deux compartiments :

a) Le compartiment avant dans lequel sont placées les différentes pièces constituant le circuit interrupteur-lampe.

b) Le compartiment arrière qui contient les deux éléments d'accumulateurs fournissant l'énergie à la lampe. Ces deux éléments d'accumulateurs sont placés côte à côte et groupés en série; leurs deux bornes extrêmes terminées par deux tiges de cuivre prennent contact avec les ressorts reliant les compartiments avant et arrière.

Toutes les parties métalliques pouvant être atteintes par les vapeurs acides sont vaselinées soigneusement.

Les éléments d'accumulateurs ont une capacité de 12 AH 5, la lampe électrique est de six bougies, elle fonctionne sous 4 volts et absorbe 1 Ampère 25; la lanterne peut donc fonctionner une dizaine d'heures sans que les accumulateurs aient à être rechargés.

Les rayons lumineux émis par la lampe sont concentrés par une lentille et ensuite renvoyés dans les directions utiles par un réflecteur à double courbure de manière à obtenir un éclairage uniforme et intense.

Les dimensions de la lanterne sont les suivantes: longueur 150 m/m; largeur 76 m/m; hauteur 185 m/m; son poids, en ordre de marche, est de 3 k. 570.

Timbres de la Poste aérienne. — Le rapide développement des communications postales aériennes, constate le *Times*, est mis en relief par le nombre toujours croissant des figurines émises à l'occasion de ce nouveau service. La Roumanie vient d'en émettre deux séries différentes. La première série, de quantité très réduite, est composée de timbres-poste périmés ou ayant encore cours, portant en surcharge les lettres « P. A. R. » (Posta Aeriana Romana) et l'indication de leur nouvelle valeur, 2,5 et 10 lei. La seconde série comprend 5.000 exemplaires de timbres à 5 et 10 lei, portant seulement l'inscription « Posta Aeriana 1920 », en surcharge, encadrée par un double rectangle.

Du port libre de Dantzig nous viennent trois nouveaux timbres de poste aérienne, improvisés en ajoutant au nouveau timbre allemand à 40 pfgr, soit un biplan en plein vol, soit un cor ailé.

La poste aérienne Siamoise se sert d'un bloc de quatre figurines

ordinaires, portant une surcharge spéciale représentant l'emblème royal, l'oiseau mythologique de Garuda.

Achèvement de la pose d'un câble téléphonique

Berlin-Dusseldorf. — On termine en ce moment la pose d'un câble téléphonique Berlin-Dusseldorf. Le tirage et l'essai des bobines sont terminés : les équipes de soudure sont dans la région d'Essen.

Le câble est tiré dans une des quatre canalisations d'une conduite en ciment. Il a environ 8 à 9 cm. de diamètre et contient sous une chemise de plomb de 5 mm. d'épaisseur, 132 paires dont 14 en cuivre de 3 mm., 25 de 2 mm., 25 de 1 mm. 4 et 68 de 0 mm. 8. Au centre est un câble avec chemise de plomb spéciale et 7 paires de fils de 2 mm. réservés aux communications télégraphiques.

Des chambres pour bobines Pupin ont été réservées, paraît-il, tous les 1700 mètres.

L'enseignement de l'Ecole supérieure des Postes et

Télégraphes (*section des rédacteurs-élèves*) (1). — *Essais de machines.* — Pour la première fois, un cours d'électrotechnique a été professé cette année à la section des rédacteurs-élèves de l'École supérieure des Postes et des Télégraphes. Ainsi que le prévoyait le programme, ce cours s'est terminé par une série d'essais de machines qui ont porté sur les points suivants :

Génératrice à excitation séparée.. — Caractéristique à vide.

Génératrice à excitation shunt.. — Caractéristique en charge.

Moteur compound..... — Caractéristique de vitesse.

Moteur synchrone..... — Accrochage sur le réseau,
courbes en V.

Moteurs asynchrones, triphasé et

monophasé..... — Glissement. Rendement.

Étude d'un transformateur monophasé.

Par ces essais, qui ont eu lieu à l'École Bréguet, les élèves ont donc appris le montage et la mise en service des machines usuelles, et ont vérifié pratiquement leurs propriétés fondamentales.

(1) *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, décembre 1920, p. 587.

Câble sous-marin téléphonique reliant Keywest (Florida) à la Havane. — Ce câble est composé de trois câbles séparés, à un conducteur de cuivre, sous gutta krarupisée, d'une longueur moyenne de 185 km., et permettant la transmission simultanée d'un message téléphonique et de deux messages télégraphiques duplex par conducteur.

A l'exception des points terminus, ces trois câbles ont été déroulés à des distances de plusieurs km. les uns des autres, de façon à assurer une plus grande protection contre les accidents. La profondeur à laquelle le câble est immergé est variable, mais en certains points, elle atteint presque deux kilomètres et la pression au point de plus grande profondeur est d'environ 140 kg. par cm². Le poids total est de 1.379.000 kg.; le poids de cuivre total est de 180.000 kg. et le prix total est approximativement 1.500.000 dollars.

Ce câble, qui est actuellement le plus long conducteur téléphonique sous-marin et qui relie les États-Unis avec l'île de Cuba, a été inauguré le 11 avril 1920, par le président Harding, à Washington.

Des récepteurs avaient été installés de façon à permettre à un millier de personnes d'entendre l'échange des premiers messages entre le président Harding et le président Menocal, de Cuba. Les circuits avaient été organisés de telle sorte que Cuba était en relation téléphonique en passant par Washington, avec l'île Santa Catalina, dans le Pacifique, à environ une soixantaine de kilomètres de Los Angeles (Santa Catalina renferme une station de téléphonie sans fil avec Los Angeles).

La longueur totale du circuit ainsi réalisé dépassait 9.000 km., c'est-à-dire qu'elle était analogue à un circuit Londres-Pékin Londres-Calcutta.

BIBLIOGRAPHIE

A. — BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

Conférences de Comptabilité Industrielle et Commerciale faites à l'École supérieure des Postes et Télégraphes, par M. G. VALENSI, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1921). (Librairie de l'Enseignement technique, 3 bis, rue Thénard, Paris, V^e. 1 vol. de 272 pages.) Prix (majoration comprise) : 12 francs.

L'ouvrage est précédé de l'avant-propos ci-après :

« Ces conférences de comptabilité industrielle et commerciale ont été rédigées pour les élèves de l'École supérieure des Postes et Télégraphes destinés à devenir ingénieurs ou inspecteurs dans une Administration d'État qui exploite une vaste entreprise de transport (la poste) et une importante entreprise électrique (le télégraphe et le téléphone). Leur but est de donner à ces élèves quelques indications générales sur les prix de revient et la manière de les calculer ainsi que sur l'établissement et l'examen d'un bilan de commerçant ou de société. »

Dans les trois premières parties, de larges emprunts ont été faits aux remarquables traités de comptabilité de M. Batardon : *Cours pratique de comptabilité* (1). La quatrième partie reproduit une monographie comptable due à M. Delavelle (2).

Le programme des conférences est le suivant :

Première partie. — *Notions de gestion commerciale et industrielle.*

Conduite des affaires. — Administration d'une entreprise.

Organisation d'une maison de commerce.

Différents genres de commerce et de commerçants.

Capital nécessaire à une entreprise.

Définition et rôle de la comptabilité.

(1) Dunod, éditeur, 47, quai des Grands-Augustins, Paris.

(2) Éditions de la Revue de l'Enseignement Comptable, 16, rue de Bourgogne, à Vienne (Isère).

Art d'acheter et de vendre. Publicité. Crédit.

Deuxième partie. — *Notions générales de comptabilité industrielle.*

But de la comptabilité industrielle et éléments du prix de revient.

Comptabilité des matières premières : les échanges, le magasin des matières premières et des approvisionnements.

Comptabilité de la main-d'œuvre.

Comptabilité de la fabrication et établissement des prix de revient.

Troisième partie. — *Notions générales de comptabilité commerciale.*

Règlement des échanges : paiements, effets de commerce.

Les deux méthodes de comptabilité : à partie simple, à partie double ; balance de vérification ; classification et analyse des comptes.

Les différents systèmes de tenue des livres : le journal et le grand livre ; les livres auxiliaires ; le système centralisateur.

L'inventaire : écritures et balance d'inventaire.

Le bilan : qualités que doit posséder un bilan ; examen d'un bilan de commerçant seul et d'un bilan de société anonyme.

Quatrième partie. — *Application à la comptabilité d'une entreprise industrielle* (entreprise électrique).

B. — OUVRAGES DIVERS

Cours pratique d'électricité à l'usage des Écoles d'industrie hôtelière, des apprentis des Écoles professionnelles et des Écoles primaires supérieures, par P. ROBERJOT, professeur de l'Enseignement technique (Dunod, éditeur, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e. 1 vol. 13 × 21 de iv-320 pages, avec 389 figures. Prix : 7 fr. 50, plus majoration temporaire de 100 %, soit 15 francs).

L'utilisation de l'énergie électrique dans l'exploitation des hôtels, maisons de commerce, ateliers, etc., tend à prendre une place de plus en plus importante.

Cet ouvrage aura sa place, en dehors des cours des écoles pratiques, chez tous les hôteliers, commerçants et industriels qui y trouveront un guide précieux pour l'entretien de leurs installations.

BREVETS D'INVENTIONS ⁽¹⁾

- 504.996 Nouveau système de télégraphie rapide et à grand rendement applicable, notamment à l'appareil Baudot. — M. Marie-Léonce TARTIVELLE. France.
- 512.295 Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs. — M. Marius LATOUR. France.
- 512.573 Microphone à plusieurs contacts. — Société dite : SIGNAL GESELLSCHAFT. Allemagne.
- 512.619 Procédés d'amplification proportionnelle de tensions continues et leur application à la transmission des images à distance et aux relais télégraphiques. — M. Marius LATOUR. France.
- 513.261 Appareil interrupteur pour relier les lignes téléphoniques commandé par des interrupteurs électro-mécaniques. M. Fritz ALDENDORFF. Allemagne.
- 514.321 Dispositif de renforcement pour postes téléphoniques interurbains normaux. — Société dite : SIEMENS ET HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT. Allemagne.
- 514.322 Disposition de couplage pour dispositifs servant au renforcement des sons dans les installations téléphoniques à stations centrales. — Société dite : SIEMENS ET HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT. Allemagne.

(1) Les descriptions (notices et dessins) relatives aux brevets sont en vente à l'Imprimerie Nationale, 87, rue Vieille-du-Temple, Paris (III^e).

L'Éditeur-Gérant,
A. DUMAS.

Engineering
Library

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

X^e ANNÉE — N° 3, 1921.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **16** francs. — ÉTRANGER : **18** francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (1^{re})

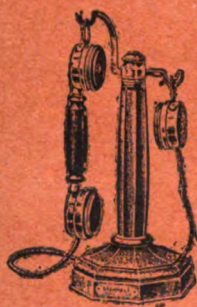
ANCIENNE MAISON EURIEULT

PORCELAINES
et
APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES
GRAMMONT

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 5.000.000 DE FRANCS

Siège social : 10, rue d'Uzès. PARIS

SERVICES COMMERCIAUX ET MAGASINS : 123, rue de Grenelle, PARIS



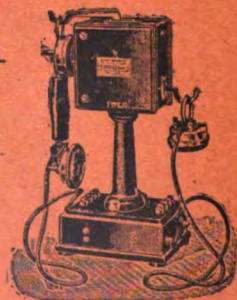
TOUS POSTES

muraux et mobiles
à batterie centrale
et batterie locale

TABLEAUX ET CLASSEURS

POSTES MURAUX ET MOBILES
A BATTERIE LOCALE, AVEC APPEL
MAGNÉTIQUE

Boîtes de coupure
pour
batterie centrale et batterie locale.



CATALOGUE SUR DEMANDE

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

X^e ANNÉE — N^o 3, 1921.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : 16 francs. — ÉTRANGER : 18 francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (IX^e)

COMMISSION DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux Annales sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes*.

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris, VII^e.

Membres de la Commission :

M. DENNERY, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président*.

M. A. BLONDEL, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées,

Le Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes,

M. FERRIÈRE, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine, Professeur à l'École Supérieure,

M. AUGIER, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes,

M. PAILLON, Directeur des Postes et Télégraphes,

M. SAUNIER, Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres*.

MM. TAFFIN, Directeur des Postes et Télégraphes, REYNAUD-BONIN, Ingénieur des Postes et Télégraphes, et CAUCHE, Inspecteur des Postes et Télégraphes, *Secrétaires*.

M. LAVOIGNAT, contrôleur des Postes et Télégraphes, *Secrétaire-adjoint*.

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Mission en 1921 de fonctionnaires de l'Administration des Postes et Télégraphes aux États-Unis :	
Étude rationnelle du trafic téléphonique, par M. REYNAUD-BONIN, ingénieur des Postes et Télégraphes.....	377
Poste T.S.F. de réception fonctionnant avec du courant alternatif seul, par M. Marcel MOYE, professeur à l'Université de Montpellier.....	396
Nouveau système de transmission automatique au Baudot, par M. LESAFFRE, sous-directeur des Postes et Télégraphes.....	401
Concentrateur pour installations Baudot, par M. VENTURINI, contrôleur des Postes et Télégraphes.....	412
Téléphonie et Télégraphie multiplex au moyen de courants à haute fréquence, par E.H. COLPITTS et O.B. BLACKWELL.....	415
Principes généraux d'administration, par M. WILBOIS, directeur de l'École Nouvelle d'administration et d'affaires.....	455
Principes de l'organisation des ateliers de la Société des anciens établissements Marinoni (prix Michelin).....	466
Documents relatifs au calcul des bureaux centraux téléphoniques automatiques :	
Calcul du nombre de sélecteurs ou de lignes auxiliaires, par M. MILON, Directeur de l'Exploitation Téléphonique.....	474

* *

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Installation d'amplificateurs sur le câble Brest-Dakar.....	491
La téléphonie à grande distance en France.....	492
Travaux exécutés par la section de téléphonométrie.....	500

Notice sur les essais des appareils téléphoniques à batterie centrale.....	502
Machine à planter les poteaux.....	505



COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Économie de combustible par la modification de l'installation des génératrices de vapeur de l'Hôtel des Postes de Paris....	507
Cabines téléphoniques publiques sans préposé. — Appareil à prépaiement.....	507
Modification au multiple télégraphique.....	508



COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Périodiques en langue française.

Sur le dimensionnement des filtres ou bouchons usités en radio-technique.....	510
---	-----



Périodiques en langues étrangères.

Le réseau télégraphique impérial anglais.....	518
Les progrès de la radiotéléphonie et de la radiotélégraphie en Amérique pendant l'année 1920.....	528
La radiotéléphonie à longue distance.....	531
Bruits de lignes dont les circuits téléphoniques interurbains sont le siège.....	536
Les nouveaux câblers anglais pendant la guerre.....	540
Inauguration par le président Harding du câble de Cuba.....	543
Utilisation du téléphone pour la recherche des isolateurs cassés sur une ligne d'énergie électrique.....	547



INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Jules Carpentier.....	549
Pensions de retraite du personnel postal des États-Unis.....	550

Réseau radiotélégraphique intérieur.....	551
Service radiotélégraphique entre Londres et Berlin.....	552
Utilisation d'appareils rapides sur une communication radiotélégraphique entre l'Angleterre et l'Allemagne.....	553



BIBLIOGRAPHIE

A. — BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES :	
Appareils et installations télégraphiques, cours professé à l'École supérieure des Postes et Télégraphes, par M. MON- TORIOL, inspecteur des Postes et Télégraphes.....	556
Principes généraux d'exploitation téléphonique, cours pro- fessé à l'École supérieure des Postes et Télégraphes, par M. MILON, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes..	560
B. — OUVRAGES DIVERS...	562
BREVETS D'INVENTION.....	566

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

La bibliothèque des *Annales* fondée en même temps que les *Annales* elles-mêmes est une encyclopédie de Télégraphie, de Téléphonie et de Poste ; les ouvrages qu'elle publie sont énumérés ci-après. Pour acquérir ces ouvrages, prière de s'adresser directement aux éditeurs indiqués pour chacun d'eux.

TÉLÉGRAPHE

Appareils et installations télégraphiques. Cours professé à l'École Supérieure par M. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix : 40 francs (1).

Les derniers progrès réalisés en télégraphie, par M. TONGAS (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs (2).

Cours élémentaire de télégraphie sans fil, par M. G. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 12 francs (2).

Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux, à l'usage du personnel, 1919. — 1 vol. in-16 raisin, 78 pages, 64 figures. Prix : 6 fr. 50 (2).

Instruction sur l'entretien et le réglage des appareils télégraphiques, à l'usage du personnel, 1920. — 1 vol, in-16 raisin, 154 pages, 39 figures (2).

La Technique télégraphique en France (ouvrage publié à l'occasion de l'Exposition de San-Francisco), par M. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes (1916). — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 fr. 50 (2).

Pratique radiotélégraphique (Radiotelegraphisches Praktikum, par REIN); traduit de l'allemand par M. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 9 francs (3).

La Télégraphie en Amérique (American Telegraph Practice, par DONALD Mc NICOL); traduit de l'anglais par MM. PICAULT et VIARD, Ingénieurs des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol. (3).

TÉLÉPHONE

Installations téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. MILON, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (2^e édition, 1918). — 1 vol. Prix : 12 fr. 50 (2).

(1) J. Baillièrre et fils, éditeurs, 19, rue Hautefeuille, Paris, 6^e.

(2) Librairie de l'Enseignement technique, 3, rue Thénard, Paris, 5^e.

(3) Gauthier-Villars, éditeur, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 6^e.

La Téléphonie automatique, par M. MILON, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. (3)

Principes généraux d'exploitation téléphonique. Cours professé à l'École Supérieure par M. MILON, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1921). — 1 vol. Prix : 6 francs (2).

Instruction sur l'installation et l'entretien des postes téléphoniques d'abonnés, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 raisin, 62 pages, 23 figures. Prix : 3 fr. 50 (2).

Instruction sur la protection des installations télégraphiques et téléphoniques de l'Etat contre les courants industriels, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 140 pages. Prix : 3 francs (2).

La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das mehrfache Fernsprechen*, par K. Berger); traduit de l'allemand par M. LE NORMAND, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 fr. 50 (3).

Traité de Téléphonie pratique (extraits de *American Telephone practice*, par KEMPSTER B. MILLER); traduit de l'anglais (1913). — 1 vol. Prix : 6 francs (4).

Traité de Téléphonie (extraits de *Telephony*, par ABBOTT); traduit de l'anglais par M. GILLES, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs (4).

ÉLECTRICITÉ

Cours d'électricité théorique professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. POMEY, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs (3).

Principes d'électricité. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. DROUET, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol. Prix : 3 fr. 75 (2).

Électricité industrielle. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. MAUREAU, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 10 fr. 50 (2).

Théorie de la pupinisation et applications pratiques. Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. CAHEN, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 1 fr. 50 (2).

Instruction sur les essais et mesures électriques et le relèvement des dérangements de lignes et de postes, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 raisin, 130 pages, 22 figures. Prix : 4 francs (2).

(2) Librairie de l'Enseignement technique, 3, rue Thénard, Paris, 5^e.

(3) Gauthier-Villars, éditeur, 58, Quai des Grands-Augustins, Paris, 6^e.

(4) Albin Michel, éditeur, 22, rue Huyghens, Paris, 14^e.

Instruction sur l'installation de l'éclairage électrique à l'intérieur des locaux, à l'usage du personnel, 1920. — 1 vol. in-16 raisin, 72 pages, 32 figures. Prix : 4 fr. 50 (2).

De la propagation du courant télégraphique et téléphonique (The propagation of the electric currents, par J.-A. FLEMING); traduit de l'anglais par M. RAVUT, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 12 francs (3).

La télégraphie, la téléphonie, l'électricité depuis 1878. Extraits du 2000^e numéro de *The Electrician*, traduits par G. HAMBL et E. PICAULT, Ingénieurs des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix : 4 francs (2).

LIGNES

Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. LORAIN, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (4^e édition, 1916). — 2 vol. Prix : 6 francs le vol. (2).

Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes, à l'usage du personnel, 1919 (2^e édition). — 1 vol. in-16 raisin, 314 pages, 83 figures. Prix : 8 francs (2).

Instruction sur les circuits combinés et circuits appropriés à la télégraphie et à la téléphonie simultanées, à l'usage du personnel, 1918. — Une plaquette in-16 Jésus à l'italienne, 26 pages. Prix : 1 fr. 75 (2).

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen, par STILLE); traduit de l'allemand par MM. PICAULT, Ingénieur, et MONTORIOL, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. in-8°. Prix : 25 francs (5).

POSTE

Exploitation postale. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. FERRIÈRE, Chef de bureau à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 6 francs le vol. (2).

DIVERS

Comptabilité et droit budgétaire. Cours professé à l'École Supérieure par M. FERET DU LONGBOIS, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 6 francs (2).

Conférences de comptabilité industrielle et commerciale faites à l'École Supérieure par M. VALENSI, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1921). — 1 vol. Prix : 12 francs (2).

Conférences sur les moteurs thermiques faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. SAUVAGE, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs (2).

(2) Librairie de l'Enseignement technique, 3, rue Thénard, Paris, 5^e.

(3) Gauthier-Villars, éditeur, 58, Quai des Grands-Augustins, Paris, 6^e.

(5) Béranger, éditeur, 15, rue des Saints-Pères, Paris, 6^e.

MISSION EN 1921

DE FONCTIONNAIRES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES AUX ETATS-UNIS

Étude rationnelle du trafic téléphonique⁽¹⁾.

Parmi les problèmes qui se posent en téléphonie l'un des plus importants consiste dans l'étude du trafic. L'analyse des résultats de cette étude permet à la fois de découvrir des moyens pour améliorer l'exploitation et de faire des prévisions judicieuses pour l'extension du réseau téléphonique.

Les principes de l'étude du trafic téléphonique ont été posés depuis qu'il existe de vastes réseaux urbains et tous les traités de téléphonie ont consacré quelques chapitres à ce sujet : Abbott, Kempster Miller, etc. Les Administrations ou les Compagnies privées exploitant des réseaux téléphoniques ont des règlements particuliers, qui n'ont généralement pas été publiés, mais dont le Service d'Études et de Recherches techniques des Postes et des Télégraphes a pu obtenir la communication grâce au bon accueil que ses missions d'études ont toujours rencontré. Je crois en définitive qu'il est intéressant, bien que certains des cours professés à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes contiennent déjà sur le trafic téléphonique certaines indications précieuses, d'insister sur ce sujet qui est la base de l'exploitation et de l'organisation, qui est le point de liaison des praticiens et des ingénieurs et auquel les pays à grand développement téléphonique, comme les États-Unis, attachent une importance que l'on ne soupçonne pas en France.

(1) M. l'ingénieur Reynaud-Bonin. Conférences faites à l'École supérieure des Postes et Télégraphes les 30 avril et 21 mai 1921.

..

Je parlerai d'abord de l'évaluation du nombre moyen d'appels par abonné pendant l'heure la plus chargée de la journée et de celle de la durée moyenne des conversations. Ce sont là les deux éléments fondamentaux de l'étude du trafic téléphonique. On en déduit, dans un bureau manuel, le nombre d'opératrices à prévoir, le nombre de jacks locaux à leur donner, le nombre de dicordes qu'il faut à chacune ; dans un bureau automatique le nombre de chercheurs de lignes appelantes et le nombre de sélecteurs primaires à installer. On en tire également des indications sur ce que doivent être les prix des abonnements.

Comment peut-on déterminer le nombre moyen d'appels par abonné pendant l'heure la plus chargée de la journée ? Cette heure la plus chargée est généralement le matin, entre 10 heures 30 et 11 heures 30 ; on fait d'ailleurs des observations systématiques à ce sujet, mais nous nous attachons surtout à la description du comptage du nombre d'appels, comptage pour lequel plusieurs procédés peuvent venir à l'idée. Voici quelles sont les règles dans les compagnies associées du système Bell aux États-Unis : l'opération y porte le nom de « peg count », ce que je traduirai, un peu librement, par « comptage du nombre de fiches de réponse manipulées par opératrice ».

Le comptage du nombre de fiches de réponse manipulées est fait régulièrement chaque mois dans tous les bureaux ayant au moins quatre opératrices présentes au tableau à l'heure chargée et quatre fois par an seulement (une fois dans chacun des mois de janvier, mai, août et octobre) dans les bureaux de moindre capacité.

Pour les bureaux faisant une statistique chaque mois, cette statistique occupe deux jours ouvrables complets, l'un desquels est au voisinage du troisième jour du mois ; l'un des deux jours doit être un lundi ou un vendredi ; aucun des deux ne doit être un samedi, un dimanche, un jour férié légal ou une veille de jour férié légal. Un certain bureau central fixe le choix des jours pour toute une subdivision de territoire. Le comptage est fait de

l'une des deux façons suivantes, selon l'équipement du bureau :

Méthode 1. — Chaque opératrice A (ou B) disposera sur sa table, le jour du comptage, d'un petit compteur amovible actionné par la pression d'un bouton, elle appuiera sur ce bouton chaque fois qu'elle aura enfoncé une fiche de réponse. Si l'opératrice dessert non seulement des jacks locaux d'abonnés ordinaires, mais aussi des jacks locaux d'une nature particulière, tels que des jacks de cabines publiques, etc... ou bien si elle donne quelques communications d'une nature particulière, telles que interurbaines, suburbaines à tarif spécial, etc., elle en prendra note sur une feuille spéciale, afin de pouvoir faire la discrimination des communications de chaque nature d'avec les communications ordinaires.

Méthode 2. — Tous les appels de n'importe quelle espèce sont notés sur des feuilles manuscrites, avec des feuilles distinctes pour les appels de classes différentes. Cette méthode est surtout employée dans les petits bureaux. (Voir page 380 un modèle de feuille). Les appels sont comptés pendant que l'opératrice reçoit la demande. On enregistre pour un appel :

1° Toute réponse de l'opératrice à un signal d'appel à propos de laquelle l'abonné a avec l'opératrice une conversation de n'importe quelle nature ;

2° Toute intervention de l'opératrice sur le scintillement du signal de supervision de l'abonné demandeur, soit que le demandeur rappelle pour une nouvelle communication, soit qu'il rappelle pour la communication primitive après avoir causé par exemple à la table de renseignements ou à une surveillance ;

3° Tout rappel du demandeur auquel il aurait été préalablement répondu « occupé » ou « ne répond pas » à l'occasion de sa demande.

Le relevé des compteurs ou des feuillets manuscrits est effectué toutes les heures et l'on remplit des formules spéciales pour totaliser les résultats de la journée. Ces dernières formules sont faites en quatre expéditions : l'une reste au bureau d'origine, la seconde au bureau centre de district, la troisième au Service général du trafic et la quatrième au chef du service du trafic.

Form E 107.

PEG COUNT TALLY SLIP

Office : Creede Colo.

Date : 1-4-21. — Pos. : 1.

TIME	CLASSES OF TRAFFIC
	Flat Rate
A. M. 7-8	III
8-9	III
9-10	III II
10-11	III III
11-12	III III I
P. M. 12-1	III III
1-2	III III III
2-3	III III
3-4	III I
4-5	III I
5-6	III II
6-7	III
7-8	III
8-9	III
9-10	I

Au Service général du trafic on compare les trafics des divers bureaux en exprimant tous les résultats en fonction d'une commune unité, qui sera par exemple la durée de manipulation d'un appel normal, soit 15,65 secondes (230 à l'heure). On multipliera donc pour chaque bureau et pour chaque position d'opératrice le nombre d'appels de chaque classe par le nombre d'unités nécessaires pour traiter un appel de cette classe et l'on obtiendra un nombre à comparer avec le nombre 230 dans le

cas choisi. Si un bureau semble être trop chargé de travail, on ne modifie jamais son équipement, on ne lui délivre aucun équipement additionnel sans avoir étudié ainsi son trafic. Il existe au Service central une carte de tous les bureaux du territoire sur laquelle on a inscrit le type d'équipement employé dans chaque bureau, sa capacité en lignes d'abonnés pour lesquelles l'équipement existe, le nombre de jacks locaux en service. On reçoit chaque mois par les soins du Département du trafic l'indication de la charge des opératrices exprimée en unités fixes, tant pour l'heure la plus chargée de la journée que pour l'ensemble de la journée et l'on peut savoir, à chaque instant, s'il est nécessaire ou non de réaliser une extension d'un bureau téléphonique.

Le « *peg count* » peut servir à résoudre un très grand nombre de problèmes de trafic autres que ceux que nous avons déjà signalés. Les compagnies américaines procèdent encore régulièrement aux opérations suivantes :

Détermination, pour chaque bureau, de la fraction de salaires d'opératrices par 1000 unités de trafic.

Détermination, pour chaque bureau, du « coefficient d'efficacité des appels ». Ce coefficient est le rapport du nombre de conversations proprement dites (conversations susceptibles d'être taxées sur le demandeur) au nombre d'interventions de l'opératrice fourni par le « *peg count* ».

Enfin, l'*American Telegraph and Telephon Cy*, à New-York, centralise toutes les informations relatives au trafic pour l'ensemble du territoire des États-Unis. On se rend compte que le personnel employé aux États-Unis pour le récolement et l'étude des statistiques est d'un effectif considérable et que toute cette organisation ne va pas sans de grosses dépenses.

..

Je passe maintenant à l'évaluation de la durée moyenne des conversations. Le meilleur procédé consiste à suivre, du commencement à la fin, à l'insu à la fois des abonnés et des opératrices, un grand nombre de conversations et d'en chronométrer la durée. Ceci se fait au moyen d'une *table d'observation*.

La table d'observation, placée dans un local distinct de celui qui contient les meubles téléphoniques et de laquelle on peut à volonté suivre les opérations qui se déroulent sur les meubles, a parfois été présentée au personnel téléphonique comme un moyen de surveillance destiné à déceler les fautes des opératrices pour en faire l'objet de sanctions individuelles ; mais je m'empresse de déclarer qu'un tel emploi de la table d'observation doit être résolument écarté par les Administrations exploitantes et que l'emploi de cette table doit être réservé à des fins exclusivement techniques.

Dans un grand réseau à plusieurs bureaux il n'y a parfois qu'un seul « meuble d'observation » à plusieurs positions. On l'installe en un point quelconque et il est relié par des lignes auxiliaires spéciales aux divers bureaux. Les lignes que l'on veut mettre en observation sont prises au répartiteur. La liste des lignes à connecter chaque jour est envoyée au chef de bureau qui les fait connecter par le Service des essais sans que les opératrices du multiple soient avisées. On doit changer les lignes en observation tous les jours ; on peut même les changer plus souvent. On s'arrange en sorte qu'à la fin de chaque mois on ait fait des observations sur les diverses catégories d'abonnés à peu près dans le rapport du nombre de conversations dans chaque catégorie.

Il est essentiel de faire aussi un assez grand nombre d'observations de nuit, les dimanches et jours fériés, les samedis après midi. Les résultats de ces observations spéciales sont notés à part.

Chaque position de table d'observation peut recevoir une trentaine ou une quarantaine de lignes. Chaque opérateur de cette table est muni d'un chronomètre et il note les détails de chaque conversation sur des imprimés spéciaux, d'après lesquels le Service des observations fait des relevés mensuels.

L'opérateur de la table d'observation prend un appel à l'instant exact où une lampe d'appel s'allume, il reste en circuit en s'occupant uniquement de cette conversation jusqu'à ce qu'elle soit tout à fait terminée (déconnection complète), même s'il y a

des incidents tout à fait anormaux. *L'observation de cette règle est essentielle.*

Les principaux instants à chronométrer sont les suivants :

1. Instant de la réponse de l'opératrice A.
2. Instant de la demande du numéro par l'opératrice A à l'opératrice B.
3. Instant de la désignation par l'opératrice B de la ligne auxiliaire à employer.
4. Instant du commencement de l'appel de l'abonné demandé,
ou bien
 où la téléphoniste A indique « pas libre » dans le cas d'occupation.
5. Instant du commencement de la conversation.
6. Instant où l'abonné demandeur raccroche.
7. Instant de l'enlèvement de la fiche par l'opératrice A.

{ à laisser en blanc
 dans le cas où la
 conversation n'em-
 prunte pas de ligne
 auxiliaire.

{ à laisser en blanc
 dans le cas d'une
 non-réponse ou d'une
 occupation.

Le chronométrage a lieu pour des conversations de n'importe quelle nature, que ce soient des conversations ordinaires ou des demandes d'annotatrices de l'Inter, de surveillantes, de renseignements, etc... La nature de la conversation est indiquée dans une colonne spéciale.

On voit que les relevés établis par la table d'observation permettent d'obtenir pour chaque catégorie de conversations, la valeur exacte de la durée d'occupation du dicorde, et, par suite, de faire des moyennes pour avoir une durée moyenne. Chaque position de la table d'observation peut observer 40 abonnés par jour et l'on s'arrange pour que, dans chaque grand bureau urbain, environ 1000 abonnés soient observés par mois. Les relevés de la table d'observation permettent de faire encore beaucoup d'autres statistiques sur lesquelles je reviendrai, si j'en ai le temps, mais je me limite en ce moment à l'évaluation de la durée moyenne des conversations.

On détermine d'abord la durée moyenne des conversations d'une nature déterminée : soit *a* pour les conversations de l'espèce A ; *b* pour les conversations de l'espèce B..., ensuite le pourcentage de conversations de chaque nature :

Conversations ordinaires n'empruntant pas de lignes auxiliaires ordinaires, empruntant des lignes auxiliaires urbaines.

Conversations suburbaines.

Conversations n'ayant pas abouti (occupation ou non-réponse).

Conversations avec les annotatrices de l'Inter.

Conversations avec les surveillantes ou les tables de renseignements.

Enfin, supposons que pour 100 conversations, il y en ait 70 de la catégorie A, 10 de la catégorie B, 8 de la catégorie C, 12 de la catégorie D, la durée moyenne d'une conversation sera :

$$\frac{70 a + 10 b + 8 c + 12 d}{100}$$

J'ai indiqué l'utilité des statistiques précédemment décrites pour déterminer, dans un bureau, quel sera le nombre d'opératrices, quels seront les nombres de jacks locaux, de dicordes ou de monocordes à donner à chacune d'elles, combien il faudra de lignes auxiliaires entre deux bureaux centraux. Le sujet est extrêmement vaste et il m'est impossible de le développer davantage dans cette conférence. J'ai plus particulièrement en vue de traiter maintenant des questions de trafic en connexion avec les prévisions d'extension et avec la téléphonie automatique et d'exposer les règles qui ont été posées à ce sujet par l'*American Telegraph and Telephone Cy.* Ces règles sont strictement en vigueur, dès à présent, dans toutes les compagnies associées au système *Bell*.

En s'appuyant sur des statistiques de trafic dressées régulièrement pendant plusieurs années consécutives, on peut faire des prévisions pour l'avenir. Ceci s'applique particulièrement aux bureaux à construire. L'*American Telegraph and Telephone Cy* a établi pour règle de faire ces prévisions pour 8 ans dans la détermination des dimensions à donner au nouvel édifice et pour 18 ans dans la détermination de la capacité d'extension à laisser à cet édifice, l'équipement téléphonique initial du nouvel édifice étant installé pour correspondre aux prévisions pour les deux premières années seulement.

La méthode pour faire les prévisions est une méthode aussi rigoureuse que les possibilités de l'analyse logique le permettent quand elles ont pour base des renseignements statistiques relatifs à une longue période et quand l'application est confiée à des spécialistes nombreux dont elle est l'unique fonction. Les prévisions ne sont pas exprimées en chiffres vagues et trop largement arrondis, mais elles sont aussi bien détaillées qu'un projet d'exécution ainsi que les exemples que nous donnerons plus loin le font ressortir.

*
**

Les premières prévisions se rapportent au nombre de lignes d'abonnés et au nombre de poste supplémentaires. Les lignes d'abonnés seront partagées en catégories, car le développement dans chaque catégorie est différent. Il y a, dans toutes les compagnies associées au système *Bell*, une organisation d'« ingénieurs commerciaux » qui sont, en particulier, chargés de procéder à de vastes enquêtes sur les possibilités de chaque citoyen de s'abonner au téléphone d'après la nature de ses occupations ou la classe d'appartement qu'il habite. Les compagnies téléphoniques ont des statistiques de recensement absolument complètes, maison par maison, pour tous les citoyens du pays; il y a des documents imprimés pour expliquer la façon de procéder aux enquêtes, des feuilles spéciales pour en relever les résultats, des méthodes pour les interpréter et faire les prévisions d'avenir, lesquelles seront traduites à la fois par des nombres et par des cartes montrant la distribution future des abonnés dans l'agglomération.

Finalement, on groupe les abonnés dans un certain nombre de classes téléphoniques proprement dites : forfaitaires avec droit à l'interurbain, forfaitaires sans droit à l'interurbain, à conversations taxées, postes à prépaiement, etc.

Prenons pour exemple une ville que nous désignerons hypothétiquement sous le non de Hyxeville où soit appliqué le régime forfaitaire et considérons-y un bureau appelé, par exemple, bureau du Nord; on dressera un tableau comme le su vant :

HYXEVILLE. — BUREAU DU NORD.

	Nombre initial		Nombre futur	
	Lignes	Stations	Lignes	Stations
Abonnés forfaitaires avec droit à l'Interurbain.....	4440	11340	13050	34660
Abonnés forfaitaires sans droit à l'Interurbain.....	680	680	1390	1390
Postes à prépaiement.....	280	320	5282	8200
	5400	12340	19722	44250

Ce tableau montre d'abord que le bureau du Nord appelé à desservir dans l'avenir 19.722 abonnés et 44.250 stations devra être dédoublé en plusieurs bureaux et qu'il sera nommément nécessaire de prévoir un bâtiment capable de contenir dans l'avenir 3 bureaux centraux dénommés : Nord 1, Nord 2, Nord 3 ; le bureau Nord 1 étant le seul à être d'abord installé, on pourra prévoir les capacités futures suivantes pour chacun des 3 bureaux :

Nord 1		Nord 2		Nord 3	
Lignes	Stations	Lignes	Stations	Lignes	Stations
4745	13295	5150	13700	3155	7665
505	505	550	550	335	335
1924	2374	1924	2374	1434	1734
7174	16174	7624	16624	4924	9734

•
•

L'on va maintenant s'occuper du nombre moyen d'appels par abonné durant l'heure la plus chargée et évaluer comment ce

nombre se modifiera dans le futur. Il dépend du pourcentage des abonnés appartenant à des maisons de commerce par rapport à ceux qui ont le téléphone à leur domicile, du rapport du nombre des postes supplémentaires à celui des postes principaux, des tarifs de l'abonnement au téléphone. Il faut des observateurs très attentifs pour tenir compte de ces causes complexes, mais la chose n'est pas impossible et elle est faite régulièrement aux États-Unis. On est aidé dans l'évaluation par des courbes type établies expérimentalement pour un pourcentage donné d'abonnés appartenant à des maisons de commerce, pour un pourcentage donné d'abonnés à conversations taxées par rapport aux abonnés forfaitaires, etc. Ces courbes sont convenablement interprétées dans chaque cas particulier. Comme on a préalablement étudié la répartition et la classification des abonnés futurs on a des éléments suffisants pour traiter complètement le problème.

Voici les résultats qui sont donnés dans l'exemple de Hyxeville :

	Nombres initiaux			Nombres futurs		
	Lignes	Nombre moyen d'appels par lignes à l'heure chargée	Nombre total d'appels pendant l'heure chargée	Lignes	Nombre moyen d'appels par lignes à l'heure chargée	Nombre total d'appels pendant l'heure chargée
Abonnés forfaitaires avec droit à l'Inter.	4440	2,31	10250	13050	3,04	39685
Abonnés forfaitaires sans droit à l'Inter.	680	2,31	1568	1390	3,04	4226
Postes à prépaiement.....	280	0,913	256	5282	0,49	2591
			12074			46502

On complète ces résultats par l'indication de la répartition du trafic :

	Distribution du trafic			
	Initiale		Future	
	Pourcentage	Nombre d'appels à l'heure chargée	Pourcentage	Nombre d'appels à l'heure chargée
Ne sortant pas du bureau....	46,81	5653	42,59	19805
Urbain pour d'autres bureaux.	50,90	6145	55	25576
Suburbain.....	0,74	89	0,81	376
Interurbain.....	1,55	187	1,60	745
	100	12074	100	46502

et l'on peut enfin déterminer le nombre initial et le nombre futur de positions d'opératrices s'il s'agit d'un bureau manuel. S'il s'agit au contraire d'un bureau avec mécanisme automatique, on n'a pas encore les éléments suffisants pour déterminer le nombre de sélecteurs, car la durée moyenne des conversations doit intervenir.

..

Dans les calculs de prévision et d'extension on admet que la durée moyenne des conversations ne change pas dans les années successives.

Voici quelques nombres qui sont donnés comme exemple de la durée relative vraisemblable en Amérique de conversations de natures différentes :

Conversation avec les annotatrices de l'Interurbain. 40 secondes.

- avec l'opératrice « zéro » dans un bureau automatique (opératrice appelée par un abonné qui n'est pas familier avec la manœuvre du cadran à numéros)..... 50 —
- avec un abonné du même bureau.... 95 — (par exemple)

Conversation avec un abonné d'un autre bureau....	100 à 145 secondes,	
	selon le bureau, mais	
	on peut affecter une	
	indication précise aux	
	relations entre deux	
	bureaux donnés.	
— avec la table de renseignements.....	145 secondes.	
— suburbaines.....	147	—
— interurbaines.....	240	—

On peut maintenant trouver, dans chaque cas, le nombre de lignes auxiliaires qui seront nécessaires pour écouler le trafic. Si nous avons par exemple, à Hyxeville, 187 appels à l'heure chargée dans le bureau Nord pour le bureau interurbain et si la durée moyenne d'une conversation interurbaine est de 240 secondes, il y aura en moyenne $\frac{240}{3600} \times 187 = 12,19$ conversations interurbaines simultanées. Le nombre de lignes auxiliaires à prévoir avec le bureau interurbain devra être tel que, pour un nombre moyen de 12,19 conversations simultanées, il n'y ait pas une trop grande probabilité de trouver toutes les lignes occupées pour des conversations dont le nombre oscille en réalité autour de la moyenne et la dépasse assez souvent.

Nous avons donné dans une conférence précédente la formule mathématique qui permet de choisir le nombre x de lignes auxiliaires pour une probabilité donnée B égale à $\frac{1}{1000}$ par exemple.

C'était la formule $B = e^{-A} \frac{A^x}{x!}$; mais il est évident que les praticiens ne peuvent pas se servir d'une formule mathématique compliquée alors qu'il est facile d'avoir des tables calculées d'avance pour lire la valeur de x en fonction de A .

Nous transcrivons à la page suivante le tableau employé par l'*American Telegraph and Telephone Cy.*

Dans le cas des relations entre Hyxeville-Nord et l'Interurbain, on voit que pour 12,19 conversations simultanées, il faudrait installer 25 lignes auxiliaires pour que la probabilité de saturation ne dépasse pas $\frac{1}{1000}$ ou bien 22 si l'on se contente d'une probabilité de saturation inférieure à $\frac{1}{100}$.

Nombre de lignes auxiliaires à prévoir	Nombre moyen de conversations simultanées		Nombre de lignes auxiliaires à prévoir	Nombre moyen de conversations simultanées	
	pour la probabilité $\frac{1}{1000}$	pour la probabilité $\frac{1}{100}$		pour la probabilité $\frac{1}{1000}$	pour la probabilité $\frac{1}{100}$
1	.001	.010	51	31.74	35.87
2	.045	.149	52	32.53	36.71
3	.191	.436	53	33.32	37.55
4	.429	.823	54	34.10	38.39
5	.739	1.28	55	34.90	39.23
6	1.11	1.79	56	35.69	40.07
7	1.52	2.33	57	36.48	40.92
8	1.97	2.91	58	37.28	41.77
9	2.45	3.51	59	38.08	42.61
10	2.96	4.13	60	38.88	43.46
11	3.49	4.77	61	39.68	44.31
12	4.04	5.43	62	40.48	45.16
13	4.61	6.10	63	41.29	46.02
14	5.20	6.78	64	42.10	46.87
15	5.79	7.48	65	42.90	47.73
16	6.41	8.18	66	43.71	48.58
17	7.03	8.90	67	44.52	49.44
18	7.66	9.62	68	45.34	50.30
19	8.31	10.35	69	46.15	51.16
20	8.96	11.08	70	46.96	52.02
21	9.62	11.83	71	47.78	52.88
22	10.29	12.57	72	48.60	53.74
23	10.97	13.33	73	49.42	54.60
24	11.65	14.09	74	50.24	55.47
25	12.34	14.85	75	51.06	56.33
26	13.03	15.62	76	51.88	57.20
27	13.74	16.40	77	52.71	58.07
28	14.44	17.18	78	53.53	58.94
29	15.15	17.96	79	54.35	59.80
30	15.87	18.74	80	55.18	60.67
31	16.59	19.53	81	56.01	61.54
32	17.32	20.32	82	56.84	62.41
33	18.05	21.12	83	57.67	63.29
34	18.78	21.92	84	58.50	64.16
35	19.52	22.72	85	59.33	65.03
36	20.26	23.53	86	60.17	65.91
37	21.01	24.33	87	61.00	66.78
38	21.76	25.14	88	61.84	67.66
39	22.51	25.96	89	62.67	68.54
40	23.25	26.77	90	63.51	69.41
41	24.02	27.59	91	64.35	70.29
42	24.78	28.41	92	65.18	71.17
43	25.54	29.23	93	66.02	72.05
44	26.30	30.05	94	66.86	72.93
45	27.08	30.88	95	67.70	73.81
46	27.85	31.71	96	68.55	74.69
47	28.62	32.53	97	69.39	75.57
48	29.40	33.37	98	70.23	76.45
49	30.18	34.20	99	71.08	77.33
50	30.96	35.03	100	71.92	78.22

*
* *

Dans un bureau automatique du *panel system* l'un des éléments les plus intéressants à calculer est le nombre d'« enregistreurs » dont on aura besoin. On se rappelle que les enregistreurs reçoivent les impulsions transmises par le cadran à numéros de l'abonné demandeur et, après les avoir enregistrées, les traduisent dans la numérotation spéciale du système intérieur, les retransmettent selon cette nouvelle loi et enfin sont libérés pour recevoir de nouveaux appels sur d'autres lignes pendant que la conversation s'engage sur la ligne que l'enregistreur vient d'abandonner. Ce sont des organes compliqués et coûteux qui doivent travailler avec un rendement maximum.

On doit d'abord déterminer quelle est la durée d'occupation d'un enregistreur pour des communications de natures diverses. A ce sujet, on trouvera à la page suivante un extrait des tables de l'*American Telegraph and Telephone Cy.*

Nous adopterons, par exemple, la valeur 17 secondes pour un réseau dont les numéros d'appel comportent 1 lettre et 4 chiffres.

Les enregistreurs du *panel system* sont arrangés pour travailler par groupes de 22 enregistreurs. L'appel qui cherche un enregistreur libre le cherche au moyen d'un sélecteur d'enregistreur, organe rotatif dont le champ de recherche est précisément de 22 unités, dont 20 seulement sont en service et 2 sont tenues en réserve.

D'après la table précédemment donnée pour la fixation du nombre de lignes auxiliaires, 20 est le nombre à choisir pour correspondre à un nombre oscillant autour de la valeur moyenne 8,96. Un groupe de 20 enregistreurs pourra donc desservir un nombre d'appels à l'heure égal à :

$$8,96 \times \frac{3.600 \text{ secondes}}{17 \text{ secondes}} = 1.897 \text{ appels.}$$

Si, par exemple, il faut desservir 14.000 appels à l'heure, on remarquera que 14.000 contient 7 fois 1.897 plus un reste de 721 et le nombre total d'enregistreurs nécessaire sera 7 groupes complets de 20 — 22 enregistreurs plus un dernier groupe de

12 enregistreurs auquel on ajoutera aussi 2 enregistreurs de réserve. Au total :

$$\begin{array}{rcl} 7 \times 20 + 12 & = & 152 \text{ enregistreurs actifs} \\ 7 \times 2 + 2 & = & 16 \text{ enregistreurs de réserve} \\ \hline & = & 168 \text{ enregistreurs.} \end{array}$$

	Numéros d'appel avec :			
	4 chiffres	1 lettre et 4 chiffres	2 lettres et 4 chiffres	3 lettres et 4 chiffres
Appel ordinaire lorsque l'indicatif est traduit sur un seul sélecteur.....	—	15 secondes	17 sec. 5	19 secondes
Appel ordinaire lorsque l'indicatif est traduit sur deux sélecteurs.....	—	—	18 sec. 5	20 sec.
Appel pour des positions d'opératrices avec indicateur lumineux des numéros (liaison de l'automatique au manuel) :	—	—	—	—
même subdivision que ci-dessus.	—	16 sec. 5	19 sec. 18 sec. 5	19 sec. 5 20 sec. 5
Appel pour des positions d'opératrices avec indicateur lumineux des numéros, lorsque l'abonné appelé est un poste supplémentaire à numéro détaillé inscrit dans l'annuaire :	—	—	—	—
même subdivision que ci-dessus.	—	20 sec. 5	23 sec. 22 sec. 5	23 sec. 23 sec.
Appel pour l'opératrice « zéro » d'un bureau automatique :	—	—	—	—
même subdivision que ci-dessus.	—	9 sec. —	9 sec. 10 sec. 5	9 sec. 10 sec. 5
Appel d'un abonné automatique par une opératrice d'un bureau manuel munie d'un clavier semi-automatique :	—	—	—	—
même subdivision que ci-dessus.	—	—	14 sec. 5 16 sec. 5	14 sec. 5 16 sec. 5
Appel d'un abonné automatique pour une opératrice tandem, suburbaine par exemple, et équipée avec indicateur lumineux de numéros :	—	—	—	—
même subdivision que ci-dessus.	—	—	16 sec. 18 sec.	16 sec. 18 sec.

*
* *

Nous avons décrit l'organisation qui sert, dans les bureaux manuels, à faire les statistiques du trafic ; nous avons maintenant à dire un mot de la façon dont les statistiques du trafic peuvent être relevées dans un bureau automatique, car il va sans dire que le fonctionnement de l'automatique a besoin d'être surveillé au jour le jour pour vérifier si l'installation existante correspond aux besoins de l'exploitation et quelles seraient les modifications à réaliser avant que l'exploitation ne soit devenue tellement mauvaise que le besoin de ces modifications saute aux yeux.

L'*American Telegraph and Telephone Cy* fait installer dans les bureaux automatiques un réseau de compteurs automatiques exclusivement réservé à l'obtention de renseignements statistiques. Ces compteurs ne se confondent pas, évidemment, avec les compteurs individuels d'abonnés, lesquels ne servent qu'à la taxation.

Sur chaque groupe de lignes auxiliaires, il y a un compteur totalisateur du nombre d'appels qui empruntent ce groupe. La durée de fonctionnement de ce compteur est de $3/10$ de secondes. Si le groupe de lignes auxiliaires comprend beaucoup de lignes, il peut arriver que plusieurs appels lui arrivent pendant les $3/10$ de seconde que dure un enregistrement et, dans ce cas, le compteur marque seulement une unité, c'est-à-dire que quelques appels peuvent être perdus (1). On met, de préférence, un compteur par groupe maximum de 20 ou 24 lignes auxiliaires, c'est-à-dire que si le groupe est plus important, il est subdivisé et possède plusieurs compteurs.

D'après ces règles on dispose :

un compteur d'appels pour chaque groupe de 20 sélecteurs de

(1) On peut d'ailleurs traiter le problème par le calcul : si le groupe considéré de lignes auxiliaires charrie n appels à l'heure, la probabilité de comptage correct est égale à :

$$\left(1 - \frac{n-1}{12.000}\right)^n$$

district, leur disposition étant telle que l'on puisse avoir la lecture du nombre d'appels émanés de chaque groupe de 300 abonnés (capacité d'un chercheur de lignes),

un compteur d'appels pour chaque groupe de 20 sélecteurs de bureau, s'il y a de tels sélecteurs ; avec possibilité de faire la lecture par groupe de bureaux déterminés,

un compteur d'appels pour chaque groupe de 24 lignes auxiliaires de connecteurs,

un compteur d'appels pour chaque position d'opératrice.

Le nombre total de compteurs d'appels à installer dépasse la centaine dans un grand bureau.

Un autre réseau de compteurs, désigné sous le nom de réseau des *compteurs de saturation*, est installé pour savoir combien de fois il arrive que des appels sont perdus par suite d'occupation de toutes les lignes auxiliaires d'un groupe. Ceci est extrêmement important et mérite de retenir toute notre attention.

On dispose :

un compteur de saturation pour chaque groupe de chercheurs de lignes,

un compteur de saturation pour chaque groupe de 22 enregistreurs,

un compteur de saturation pour chaque groupe de lignes auxiliaires sur les multiplages des sélecteurs de district, de bureau ou d'arrivée,

un compteur de saturation pour chaque groupe de lignes auxiliaires allant vers des indications d'appel dans les bureaux manuels.

Le nombre total de compteurs de saturation à installer dans un grand bureau dépasse pareillement la centaine.

Enfin, je signale que, dans certains cas, les services d'Études de l'*American Telegraph and Telephone Cy* ont procédé à l'enregistrement complet de ce qui se passe, ligne par ligne, sur un groupe de lignes auxiliaires. Je suis heureux de pouvoir vous présenter ci-contre un des graphiques qui ont été ainsi relevés dans un but de recherches techniques à Newark, en octobre 1918, entre 9 heures et 10 h. 20. Ceci vous donne une idée de la manière

approfondie dont les questions de trafic sont étudiées en Amérique.

••

J'arrive au terme de ces conférences dont le sujet était extrêmement vaste et que je n'ai traité qu'en indiquant, çà et là, quelles étaient les particularités les plus intéressantes. Il est indubitable que si l'Amérique est au premier rang de la téléphonie, elle le doit surtout à une organisation rationnelle qui n'a pas craint d'introduire dans l'exploitation les idées fécondes que vous savez. L'exploitant est parfois effrayé à la pensée de renouveler ses méthodes pour en adopter d'autres plus efficaces, mais plus laborieuses quant à la direction ; l'exemple de l'Amérique où cet effort de transformation a été accompli avec succès apparaîtra donc comme un stimulant et comme une raison de se mettre à l'œuvre.

POSTE T. S. F. DE RÉCEPTION

FONCTIONNANT AVEC DU COURANT ALTERNATIF SEUL

par M. Marcel MOYE,
Professeur à l'Université de Montpellier.

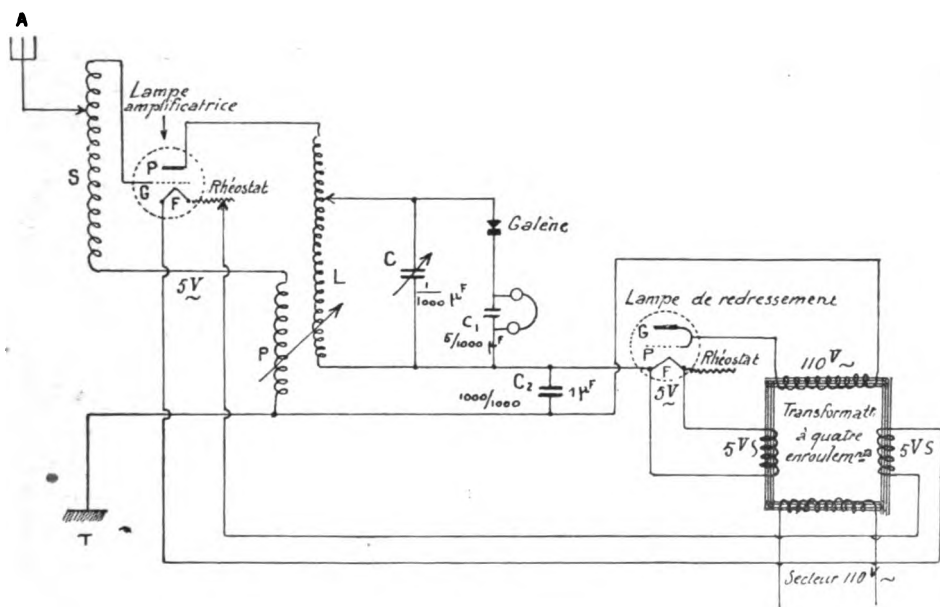
L'emploi des lampes à vide dans les postes de réception T. S. F. est généralement considéré comme exigeant l'usage de deux accumulateurs ou batteries de piles : 1° pour chauffer le filament des lampes avec un courant de 4 volts et 0,5 à 0,6 ampères ; 2° pour maintenir sur la plaque un potentiel positif d'au moins 30 volts et pouvant atteindre jusqu'à 100 volts ou davantage. Il est bien connu des praticiens que les accumulateurs comme les piles présentent de sérieux ennuis, de l'entretien et de la surveillance et, pour les accumulateurs, des difficultés de recharge surtout graves si on n'a à sa disposition que du courant alternatif.

Ce dernier courant est de plus en plus répandu pour les usages industriels et domestiques. On le rencontre dans nombre d'habitations. D'où le désir naturel de l'utiliser pour faire fonctionner les lampes de T. S. F. Il est d'ailleurs facile, avec des transformateurs aisés à construire, d'obtenir tous les voltages désirables, notamment ceux compris entre 4 et 100 volts qui sont à peu près seuls usités pour la réception. Toutefois si on fait l'expérience, sans précautions spéciales, on constate que la lampe réceptrice s'allume bien, mais les écouteurs sont le siège de bourdonnements intenses, rythmés sur les périodes de l'alternatif et qui couvrent les signaux d'une façon absolue. Ces bourdonnements parasites paraissent peu faciles à supprimer, car ils proviennent du fait même des alternances du courant de chauffage dont les polarités, constamment changées, impressionnent la grille de la lampe et imposent au courant plaque un rythme périodique que les téléphones transmettent en sons d'une façon aussi fidèle que déplorable.

Nous avons pu, cependant, par un artifice de montage, réussir à débarrasser les téléphones de ce bourdonnement insupportable.

[illegible]

table tout en conservant les effets utiles du courant alternatif. Comme le montre le schéma, nous avons établi un poste de réception suivant des lignes très connues, comprenant une amplification sur lampe et une détection ultérieure sur galène, celle-ci se trouvant en série avec des téléphones de haute résistance (8.000 ohms pour la paire) et en dérivation par rapport à un cir-



cuit oscillant réglable. Le circuit grille de la lampe est constitué par la self d'antenne et un primaire, circuit que l'on met à l'accord sur les ondes reçues. Le circuit plaque comprend une self L et un condensateur réglable à air C, de 1/1000 de microfarad de capacité maximum. On a ainsi un montage dit en Tesla qui permet même, la lampe éteinte, de recevoir sur galène, comme on le pratiquait couramment il y a quelques années. La lampe allumée, les oscillations du circuit primaire sont renvoyées amplifiées sur le secondaire. Celui-ci étant accordé sur le primaire et par conséquent sur la longueur d'onde reçue, on obtient un effet de résonance qui accroît l'amplitude des ondes des signaux T. S. F. De plus, le schéma montre que l'on peut serrer le couplage entre le secondaire (circuit plaque) et le primaire

(circuit grille). On réalise ainsi un montage à réaction (effet Armstrong) qui peut aller jusqu'à l'accrochage et l'émission d'ondes entretenues et, juste avant cet accrochage, un puissant renforcement de la réception finalement détectée sur galène et écoutée dans les téléphones.

Tout ceci est bien connu et nous paraissions nous éloigner de notre sujet. Nous y sommes pleinement au contraire. Car ce circuit secondaire accordé L C est l'artifice même qui permet l'emploi du courant alternatif au lieu des accumulateurs classiques.

Le filament de la lampe amplificatrice reçoit, d'un enroulement spécial du transformateur général, de l'alternatif ramené à 5 volts; un petit rhéostat assure exactement le chauffage convenable. Aucune autre précaution n'est prise et cependant on constate que les téléphones sont en complet état de silence, pas même un frémissement. La raison en est que les bruits nés de l'alternatif ont évidemment la fréquence des périodes de l'alternatif industriel, une cinquantaine par seconde en général. Cette fréquence, extrêmement basse par rapport à celles des signaux de T. S. F. (1.000.000 à 10.000 par seconde) ne rencontre aucun obstacle sérieux à la traversée du circuit secondaire L C dont la self n'a qu'une résistance ohmique insignifiante par rapport à celle des écouteurs. Au contraire, ce même circuit présente une impédance pratiquement absolue aux ondes de T. S. F. sur lesquelles il est accordé. Ces ondes sont donc rejetées sur le parcours détecteur-téléphones. On s'explique ainsi que ces derniers ne sont parcourus que par les ondulations nées des signaux de T. S. F., celles provenant de l'alternatif passant par la self sans les impressionner. La vérification est facile; il suffit de supprimer la self L pour voir reparaitre le ronflement de l'alternatif dans les écouteurs. On peut donc, sans inconvénient, chauffer le filament de la lampe amplificatrice avec le courant du réseau industriel convenablement dévolté.

Ce point acquis, il restait à utiliser le même courant pour le potentiel de plaque. Ici la chose était plus facile, car, depuis assez longtemps, cette utilisation est réalisée pour l'émission et, par certains constructeurs, pour la réception elle-même. Toutefois les installations usitées comprennent généralement un ensemble de selfs et de capacités d'amortissement assez com-

pliqués pour régulariser le courant alternatif préalablement redressé par une soupape. Nous avons pu mettre à profit à nouveau les qualités du circuit secondaire réglable pour réduire à un seul condensateur fixe l'appareillage de régularisation.

Le courant alternatif destiné à la plaque est pris sur un transformateur à un potentiel d'une centaine de volts. Pour son redressement ou plutôt la suppression des phases négatives, nous avons recours tout simplement à une lampe de T. S. F. dont nous connectons électriquement la grille et la plaque, ce qui en fait une lampe à électrode froide unique en face du filament. Ce dernier est rendu incandescent par du courant alternatif à 5 volts. Conformément à une théorie connue, la conductibilité unilatérale de la lampe ainsi constituée fait que le courant ne peut passer que de l'électrode froide vers le filament. Ce dernier sert donc de pôle *positif*. Le négatif est pris à une extrémité du transformateur (ainsi que l'indique le schéma), l'autre extrémité allant à l'électrode froide de la lampe rectificatrice. Entre les deux pôles, on place un condensateur au papier de un microfarad de capacité environ, qui suffit à la fois pour amortir les irrégularités du courant redressé et offrir un libre passage aux ondulations de haute fréquence T. S. F. dans le circuit plaque de la lampe. Les connexions avec ce dernier circuit sont faites comme si on employait une batterie ordinaire.

Bien que ce système n'utilise que les phases positives de l'alternatif et un seul condensateur, la réception des signaux T. S. F. est aussi nette et intense que par l'emploi d'accumulateurs ou de piles. Nous avons constaté que l'adjonction d'une seconde lampe rectificatrice en vue de recueillir les deux phases de l'alternatif ou l'usage de selfs et capacités supplémentaires, constituaient des complications sans bénéfice pratique, donc à éliminer. Ajoutons, une fois de plus, que les écouteurs ne laissent percevoir aucune trace du rythme du courant industriel, même en appliquant celui-ci ensemble aux filaments et aux plaques des lampes utilisées.

En résumé, par l'emploi systématique d'un circuit oscillant sur le côté plaque de lampes amplificatrices en haute fréquence, on peut alimenter un poste de réception uniquement avec du courant alternatif industriel. Une seule prise de courant suffit, avec un transformateur à enroulements multiples, aux divers

besoins de l'appareil. On obtient ainsi, pour les personnes disposant d'un réseau de lumière domestique, un poste d'usage commode, exempt de tout danger, d'entretien nul et donnant des résultats aussi satisfaisants que par l'emploi d'accumulateurs coûteux et délicats.

NOUVEAU SYSTÈME DE TRANSMISSION AUTOMATIQUE AU BAUDOT

Par M. LESAFFRE,
Sous-Directeur des Postes et Télégraphes.

Dans tout système télégraphique avec fil, les appareils ne sont pas seuls à envisager ; la ligne qui les relie à distance, et le personnel qui les met en œuvre doivent aussi entrer en considération, d'autant que leur concours est indispensable et qu'à eux deux ils interviennent pour la plus large part au compte des dépenses d'exploitation.

Il y a par suite grand intérêt à obtenir le meilleur rendement de ces éléments coûteux : ligne et personnel.

Deux moyens peuvent, à cet effet, s'appliquer à l'appareil Baudot :

1° *La prime au travail*, avec transmission manuelle par clavier ordinaire à 5 touches et en cadence d'après la vitesse de régime du distributeur de ligne. Les agents manipulateurs sont ainsi encouragés à transmettre au mieux, sans perte de temps. S'ils ont l'habileté de ne laisser échapper sous leurs doigts aucune combinaison, la ligne est alimentée à plein. Toutefois, comme ils se trouvent dans ce cas entièrement absorbés par leur clavier, ils n'ont pas le loisir d'assurer eux-mêmes l'inscription des télégrammes qu'ils écoulent, le contrôle des accusés de réception, et les recherches afférentes aux demandes de rectifications. Pour ces travaux accessoires, il doit leur être prêté aide par leurs collègues chargés de la réception ou le directeur de l'installation ; sinon, la transmission est arrêtée et la ligne inoccupée durant les instants qu'ils y consacrent. Malgré cet effort ininterrompu que la prime au travail implique pour le personnel, l'expérience montre, sur les communications Baudot-Picard franco-algériennes, qu'elle est néanmoins susceptible de donner de très bons résultats.

2° *La transmission automatique*, avec composition préalable, c'est-à-dire à l'aide d'une bande perforée par une sorte de machine à écrire où l'agent-manipulant, devenu simple dactylographe, abaisse l'une après l'autre, à telle allure qui lui plaît, les touches représentatives des signaux et peut dès lors, entre chaque série de télégrammes dont il prépare la perforation par le jeu de ces touches, gagner sans peine, et au delà, tout le temps nécessaire à l'inscription, au contrôle des accusés de réception et aux recherches éventuelles pour rectifications.

Ce dispositif est donc supérieur à la prime au travail, puisqu'il permet d'obtenir à la fois le maximum de rendement de la ligne et du personnel manipulant, avec fatigue moindre pour ce dernier. Il procure aussi d'autres avantages : d'une part, la possibilité d'employer à la manipulation des dactylographes ordinaires après une courte initiation aux prescriptions réglementaires concernant la transmission ; d'autre part, une plus facile et fructueuse répartition du travail, la perforation ne devant pas être nécessairement préparée sur le poste même où s'effectue la transmission correspondante, ce qui donne la faculté de confier à un même dactylographe ou agent-manipulant la composition préalable de séries de télégrammes pour des secteurs de transmission différents, cet agent n'ayant d'autre limite à son rendement personnel que la vitesse à laquelle il actionne sa machine.

Un premier essai de transmission automatique a été tenté au Baudot en 1903 à Paris-Central, avec un appareillage sortant de la maison Carpentier. Pour diverses raisons, il fut ensuite interrompu, non sans avoir duré quelque temps.

Or, il y a plusieurs années, l'Administration s'est décidée, d'après suggestion de son Service des Ateliers, à confier à celui-ci la construction d'un transmetteur automatique bien approprié au Baudot. Il en est résulté le système que M. Chattelun a été chargé, sous certaines directives, d'étudier au point de vue de la réalisation mécanique, et dont il a établi ensuite les dessins, puis finalement guidé et surveillé la fabrication.

Ce nouveau système de transmission automatique comprend trois organes distincts : le clavier alphabétique, le perforateur, le transmetteur.

Il en est donné ci-après une description sommaire appuyée de dessins schématiques :

1° *Le clavier alphabétique* commande électriquement le perforateur d'où sort la bande poinçonnée utilisée par le transmetteur. Il peut aussi servir éventuellement pour la transmission directe sur la ligne, en cadence avec la vitesse du distributeur et à la place du manipulateur Baudot ordinaire à 5 touches.

Il se présente sous l'aspect d'une machine à écrire (type clavier universel) portant 43 touches T (fig. 1) qui correspondent

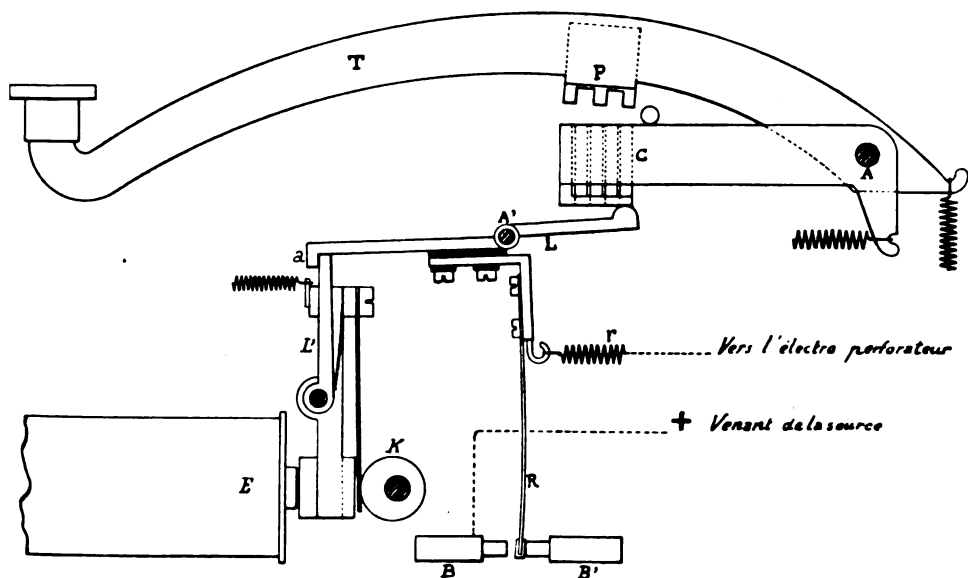


Fig. 1. — Clavier alphabétique.

aux divers caractères à transmettre : lettres, chiffres et signes. Chaque touche T est pourvue d'un peigne P dont les dents reproduisent la combinaison du code Baudot afférente au caractère qu'elle-même représente. L'ensemble des peignes P est disposé au-dessus de 5 cadres C qui pivotent autour de l'axe A des touches et peuvent respectivement actionner 5 leviers L supportant 5 ressorts-lames R mis un à un en communication électrique, par l'intermédiaire de leur ressort à boudin r, avec les 5 électro-ai-

mants qui, au perforateur, effectuent le poinçonnage de la bande.

Dès qu'une touche T est abaissée, et selon la combinaison Baudot par elle représentée, son peigne P atteint tout ou partie des 5 cadres L' qui agissent alors sur ceux des leviers L placés sous leur dépendance. Les leviers L ainsi actionnés pivotent autour de leur axe A' et amènent au contact du butoir de travail B, où aboutit le pôle + du courant continu industriel utilisé, leurs ressorts-lames R qui ferment aussitôt le circuit de ce courant au travers des électro-aimants poinçonneurs du perforateur avec lesquels ils sont respectivement reliés. Quand la touche se relève, les ressorts à boudin r rappellent au repos les leviers L ainsi que leurs ressorts-lames R ; le circuit est immédiatement coupé.

Le clavier alphabétique est muni, pour le cas de transmission directe sur la ligne et en cadence, d'un double dispositif (commutateur et mâchoire de connexions) qui, d'une part, supprime le courant industriel et les communications avec les 5 électro-aimants poinçonneurs du perforateur, en même temps qu'il relie les butoirs B et B' aux piles négative et positive de ligne, et les ressorts à boudin r aux contacts de 2^e couronne du distributeur ; d'autre part, déplace la came K, ce qui débloque l'armature de l'électro-aimant cadence E, et permet l'*accrochage* des leviers L amenés sur position de travail par les cadres C. Cet accrochage est obtenu par l'emprise des extrémités a des leviers L et des sommets des leviers L' que des ressorts à boudin attirent sous ces extrémités dès abaissement des leviers L par les cadres C ; cette emprise subsiste jusqu'à ce que le courant de cadence, émis pour l'envoi de la lettre suivante, vienne la rompre par l'intermédiaire de l'armature de l'électro-aimant E, laquelle fait glisser les leviers L' qui, échappant aux extrémités a des leviers L, assurent de nouveau à ces derniers la position de repos.

2^e *Le perforateur* fonctionne, ainsi qu'on l'indique au paragraphe précédent, sous la commande électrique du clavier alphabétique.

Il utilise, pour la perforation de la bande, 5 électro-aimants E, et pour sa progression après perforation un électro-aimant E' (fig. 2). Chacun des 5 électro-aimants E a sa sortie rattachée

au bâti de l'appareil, dénommé Massif, et son entrée reliée à celui des 5 ressorts-lames R qui lui correspond au clavier alphabétique. Les 5 armatures des électro-aimants E font corps avec des leviers L qui pivotent en A et ont leurs extrémités e' alignées au-dessus de 5 poinçons P, lesquels opèrent, sous leur poussée, la perforation de la bande en y reproduisant la combinaison du code Baudot accusée par les 5 ressorts-lames R du clavier alphabétique. Au repos, un espace e est ménagé entre les extrémités e' et les poinçons P, afin que l'ensemble mobile puisse emmagasiner, au fonctionnement, un peu de force vive qui aide à la perforation de la bande.

Les leviers L libèrent chacun, dans leur mouvement descendant, un ressort-lame R qui, par l'intermédiaire du ressort-cliquet de retenue R' et le contact c' , met en communication le Massif avec le retour (pôle négatif) du courant industriel utilisé. Ce ressort-lame R prend alors contact avec la vis V reliée à la sortie de l'électro-aimant E' ; il en résulte l'attraction du levier L' solidaire de l'armature de cet électro-aimant E' puis le glissement du cliquet c sous la dent suivante du rocher r .

Dès que les électro-aimants E cessent d'être actionnés par le clavier alphabétique, leur levier L, rappelé par son ressort à boudin, remonte et rompt en fin de course, le contact entre le ressort-lame R et la vis V. Le circuit de l'électro-aimant E' se trouve aussitôt coupé, et le levier L' reprend sa position de repos, en faisant, par son cliquet c , avancer d'une dent le rocher r , alors que les poinçons P se sont déjà, grâce à leur ressort r' , dégagés du papier qu'ils viennent de perforer.

Au cours de l'action du cliquet c sur le rocher r , le ressort-cliquet R', rejeté sur la droite, perd sa liaison avec le contact c' , et par suite supprime la communication entre le retour du courant industriel et le Massif, où se rattache la sortie des 5 électro-aimants E, précaution qui garantit la bande contre toute perforation intempestive pendant que s'effectue sa progression.

3° *Le transmetteur* est relié, comme un manipulateur Baudot ordinaire, aux contacts de 2^e couronne du distributeur.

La progression de sa bande perforée dépend de l'électro-

aimant E (fig. 3) qui actionne aussi les diverses pièces concourant à l'émission des signaux.

Un autre électro-aimant E', du modèle de ceux servant à l'ai-

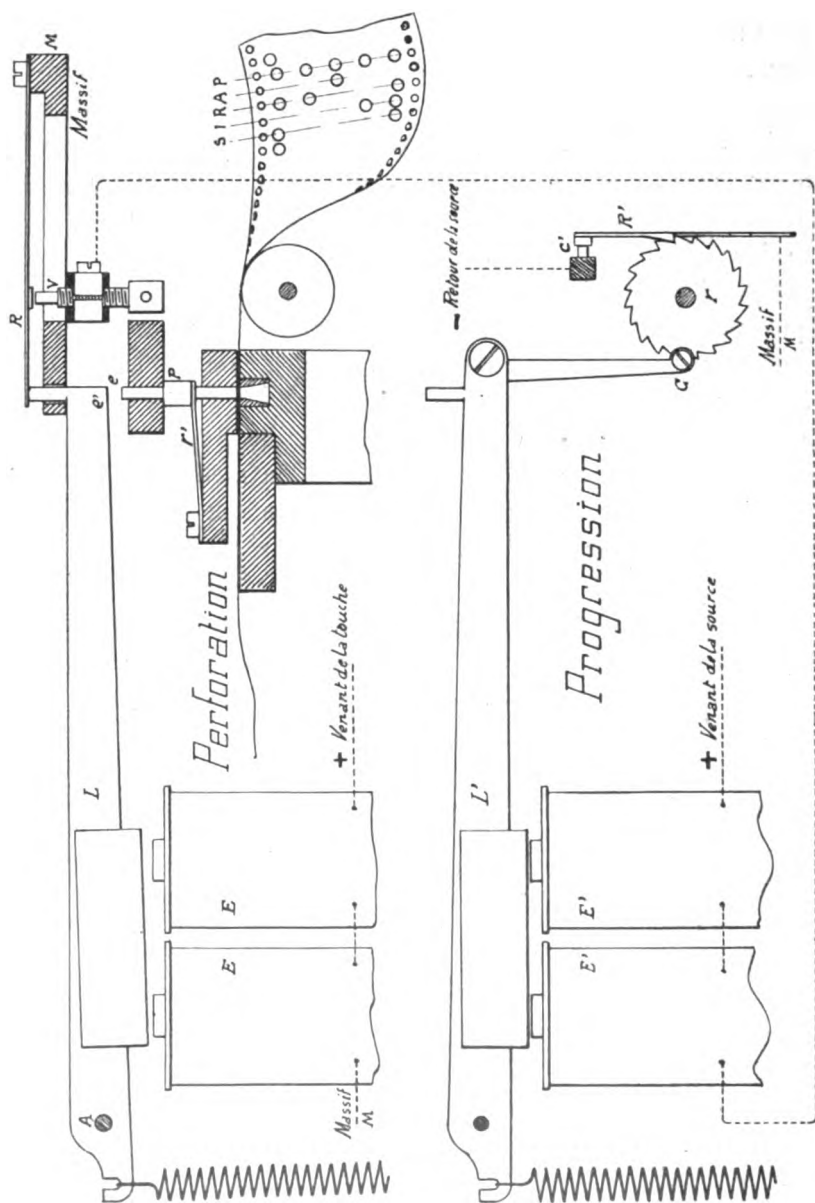


Fig. 2. — Perforateur.

guillage du traducteur Baudot, entre également en jeu, faisant office de relais et recevant à chaque révolution du distributeur un courant local envoyé par l'un des contacts de 3^e couronne.

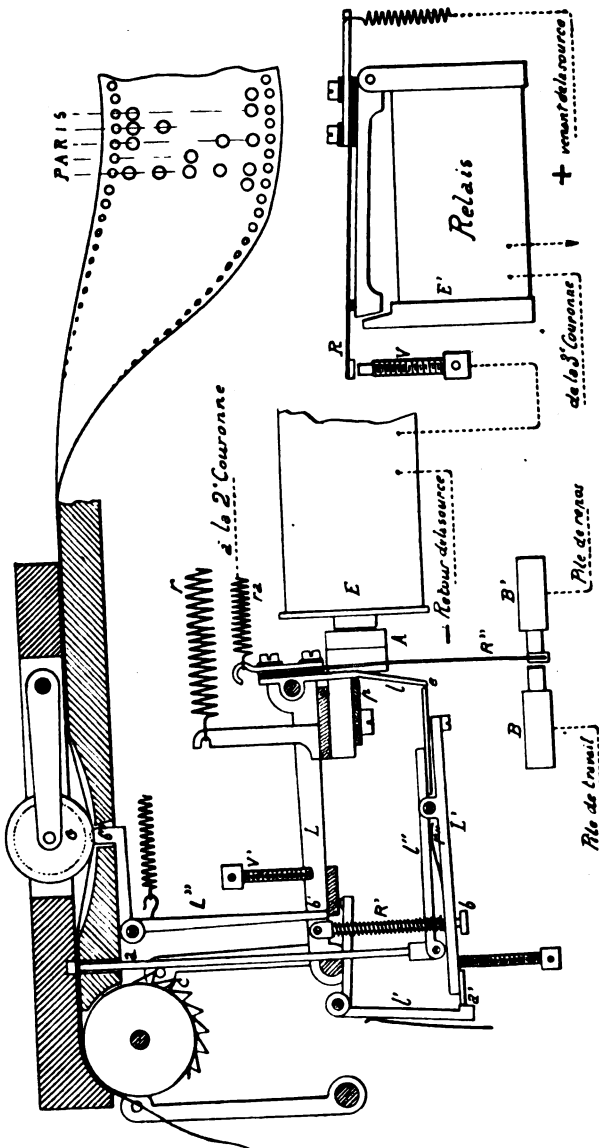


Fig. 3. — Transmetteur.

Son armature supporte un ressort-lame R, isolé d'elle mais relié au pôle positif du courant industriel utilisé dont le pôle négatif est à la sortie de l'électro-aimant E, de manière qu'à chaque attraction de l'électro-aimant E', ce ressort-lame R ferme, par la vis V, le circuit de l'électro-aimant E.

La fig. 3 représente le transmetteur au moment où le rappel au repos de l'ensemble des pièces vient de s'effectuer, l'armature A étant encore au contact de ses noyaux. A l'instant considéré, le levier L de cette armature a, par son cliquet C, amorcé la progression de la bande perforée, et de plus a dégagé, sous l'action du ressort à boudin R' et par l'intermédiaire du levier L', celles des aiguilles *a* qui avaient pénétré dans les trous de cette bande.

Afin d'éviter une usure rapide des extrémités planes des leviers *l* et *l''* qui s'encliquettent au point *e*, le dégagement des aiguilles *a* ne peut se produire que lorsque la pièce *p*, solidaire de l'armature A, a déjà ramené les leviers *l* au repos. Ce résultat est obtenu grâce au levier *l'* qui ne dégage le levier L' de l'accrochage *a'* qu'en fin de course du levier L. A ce moment, les ressorts-lames R'' ont été amenés au contact de la réglette de repos B' (reliée à la pile positive de ligne) où ils sont maintenus par l'encliquetage en *e* des leviers *l* et *l''*.

Dès que le balai de 3^e couronne du distributeur quitte le contact en communication avec l'électro-aimant E', celui-ci cesse d'actionner l'électro-aimant E ; l'armature A, dont la course est limitée par la vis de butée V', revient alors au repos, sous la traction du ressort à boudin *r*, en effectuant par son levier L et le cliquet C la progression de la bande perforée.

Durant la majeure partie du mouvement de rappel de l'armature A, les leviers L' et *l''* restent, ainsi que les aiguilles *a*, dans leur position d'attente, sous l'action du ressort à boudin R' qui les maintient dans cette situation jusqu'à ce qu'en fin de course la butée *b* vienne entraîner le levier L' d'une très petite quantité. Si à cet instant une ou plusieurs des 5 aiguilles *a* trouvent au-dessus d'elles passage dans les perforations de la bande, leurs leviers correspondants *l''*, poussés par les ressorts-lames *r''*, les y font pénétrer. En même temps, ces leviers *l''* se dégagent, au

point *e*, de leur emprise avec les leviers *l*, laissant aux ressorts à boudin *r* la possibilité d'amener les ressorts-lames *R''* au contact de la réglette de travail *B* (rattachée à la pile négative de ligne). Celles des aiguilles *a* qui rencontrent, au contraire, une partie pleine de la bande, ne permettent pas à leurs leviers *l''* de basculer ; l'encliquetage est par suite maintenu en *e* avec les leviers *l* correspondants, et les ressorts-lames *R''* demeurent au contact de la réglette de repos *B'* où leur appui, non pas subordonné à la faible pression des aiguilles *a* sur la bande, est fonction de leur force seule, bien supérieure.

Un galet *G* appuie sur la bande perforée et lui fait épouser la courbe d'une concavité façonnée dans sa platine-glissière, ce qui dégage du levier *L* la butée *b'* du levier *L''*.

Au cas où la bande viendrait à manquer, la butée *b''* du levier *L''* pénétrerait dans un sillon que présente intentionnellement le galet *G* ; il s'ensuivrait un calage du levier *L* sur position de repos, et le maintien des ressorts-lames *R''* au contact de la réglette *B'*. Le même effet se produirait s'il y avait seulement insuffisance de longueur de bande entre le perforateur et le transmetteur ; la tension accusée alors par la bande permettrait également à la butée *b''* de se relever et de provoquer le calage du levier *L*.

Les connexions du clavier alphabétique, du perforateur et du transmetteur sont établies par câbles avec mâchoires de jonction, aux fins éventuelles de rapide substitution ou remplacement.

Il importe d'ajouter que le perforateur peut être actionné non seulement au *départ*, par le clavier alphabétique ou par un manipulateur Baudot à 5 touches, mais aussi à *l'arrivée*, à l'aide d'un traducteur-retransmetteur, ou d'un retransmetteur fonctionnant simultanément avec un traducteur.

Deux agencements ont été réalisés : le premier (fig. 4) comporte l'adjonction aux leviers aiguilleurs du traducteur, de 5 ressorts-lames qui participent à leurs combinaisons et les font aussitôt après enregistrer au perforateur.

Le second agencement (fig. 5) utilise un retransmetteur ordinaire monté en dérivation avec un traducteur, et qui actionne le perfo-

rateur d'après les combinaisons reçues en même temps que le traducteur.

Ces deux agencements auxquels une seule source électrique

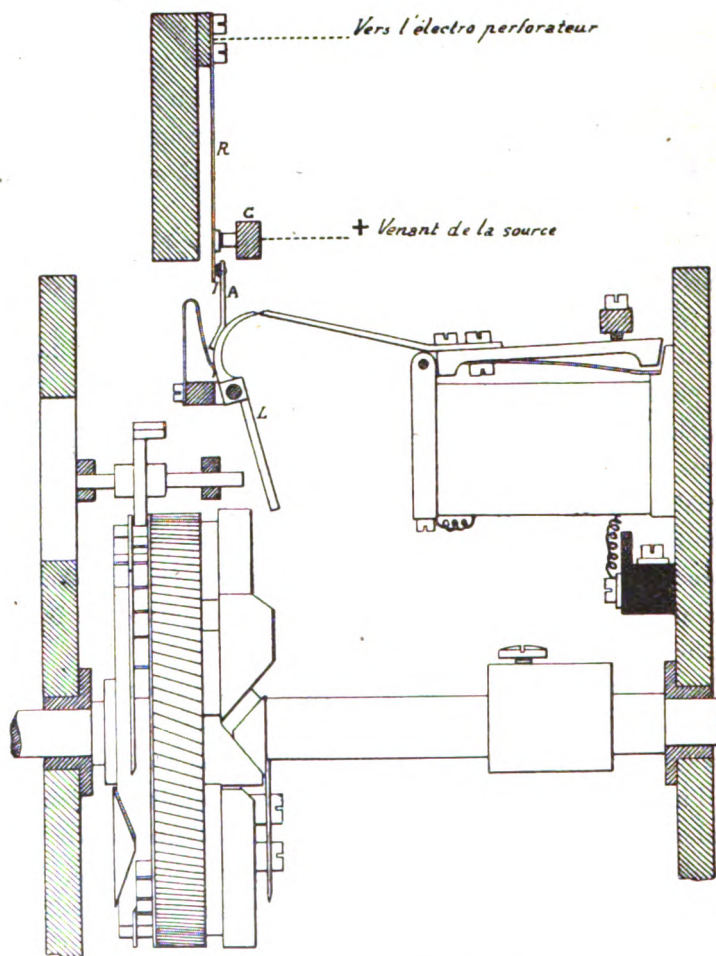


Fig. 4. — Réception perforée.

suffit (courant continu industriel) pour la commande du perforateur, présentent donc le grand avantage de pouvoir à la fois recevoir des télégrammes et en conserver le double sur bande perforée pour retransmission en ligne, ou pour reproduction locale.

Le dispositif de transmission automatique ci-dessus décrit a été récemment expérimenté à Paris-Bourse, en vue d'une mise au point définitive dont le besoin ne s'est pas, à l'épreuve, fait sentir. Tel quel, ce dispositif va sous peu subir des essais officiels entre Lyon et Montpellier.

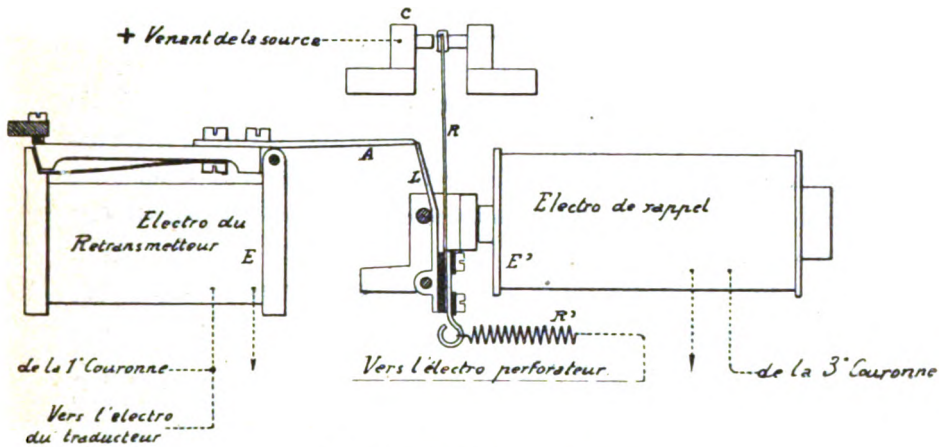


Fig. 5. — Réception perforée.

Les résultats qu'on en obtiendra seront ensuite rapprochés de ceux constatés avec des systèmes similaires déjà expérimentés en France ou seulement utilisés à l'étranger, et à ce moment l'on pourra établir, entre les qualités et défauts respectifs de chacun, une comparaison qu'il serait prématuré de vouloir envisager dès maintenant.

Enfin, ce dispositif a été, dans un but d'unification du matériel, constitué avec nombre de pièces ou d'organes existant dans l'appareillage Baudot ordinaire.

Concentrateur pour installations Baudot

par M. VENTURINI,

Contrôleur des Postes et Télégraphes.

Les centres de dépôt ont toujours eu tendance à se servir du Poste central comme d'une station de transit naturellement désignée, pour les décharger du trafic qu'ils peuvent avoir pour d'autres centres avec lesquels ils n'ont que des communications précaires.

L'Administration combat cette tendance centralisatrice inutile et onéreuse à laquelle la situation géographique du Poste central aurait dû pourtant le soustraire.

On ne peut remédier à leur tendance à déposer à Paris qu'en dotant les centres de dépôt de moyens plus complets d'intercommunication directe. Les lignes actuelles le permettent. Le Baudot, avec la souplesse qui le caractérise, nous donnera le moyen d'atteindre ce but.

L'amélioration des relations entre centres paraît, en effet, résider dans l'emploi d'installations Baudot de capacité nettement supérieure à la demande normale, avec retransmission systématique, toutes les fois qu'un trafic minimum le justifiera.

Doubler la capacité des installations serait immobiliser un capital considérable et, peut-être, se heurter à des impossibilités matérielles de réalisation. Cette augmentation de capacité devra donc se faire sans dépense supplémentaire importante et devra nous permettre d'écouler un trafic plus important avec le même personnel.

Une solution vient à l'esprit tout naturellement : c'est de faire pour le Baudot ce qui a été fait autrefois pour le Morse quand on a considéré l'exploitation d'un certain nombre de lignes télégraphiques comme on l'a fait pour les lignes aboutissant à un central téléphonique. L'installation des tableaux commutateurs

dans les salles de Morse a fait récupérer un espace considérable et souvent précieux, a laissé disponibles de grandes quantités de matériel tout en procurant un meilleur service.

On a jusqu'à présent considéré l'installation Baudot, quel que soit son type, comme un tout bien défini, comme une unité. C'est lui enlever une grande partie de sa souplesse. Dans le cas d'installations à nombre de secteurs pair, considérons un secteur double de Baudot (une table de transmission associée à la table de réception correspondante) comme une unité pouvant se suffire à elle-même. Nous pourrions, au moyen d'un tableau commutateur approprié, affecter cette double table à une installation quelconque double, quadruple, sextuple.

L'utilisation des retransmetteurs nous indique, *a priori*, qu'il faudra ménager des intercommunications par double secteur, afin d'éviter les difficultés de l'alternat. Les distributeurs, au lieu d'être solidaires de leurs tables de manipulation, en seront nettement séparés et groupés ensemble. Des groupements semblables seront effectués avec les paires de tables de manipulation et les paires de retransmetteurs. Les liaisons seront assurées par une table de commutation.

Cette séparation des divers organes permet d'affecter à tel distributeur sextuple, par exemple, 1, 2, 3 paires de secteurs pour le trafic local. La capacité choisie pour chaque installation étant supérieure aux besoins, il y aura normalement 1 ou 2 doubles secteurs disponibles qui pourront être affectés à des retransmissions. Dans le cas où le distributeur sextuple ne serait pas en service ou serait avarié, aucune table de manipulation ne resterait de ce fait inoccupée.

La table de commutation est destinée à assurer la liaison des paires de secteurs des distributeurs, d'une part, avec les paires de tables de manipulation ou les paires de retransmetteurs d'autre part. Elle comprend essentiellement deux séries de mâchoires ; chaque mâchoire de la 1^{re} série est reliée à deux secteurs d'un distributeur ; chaque mâchoire de la 2^e série, à une paire de retransmetteurs ou à une paire de tables de manipulation. Des dicordes, en nombre suffisant, permettent la liaison des mâ-

choires de la 1^{re} série avec celles de la 2^e. Les cordons seront constitués par deux paires de câble à 6 ou 7 conducteurs. Ces cordons pourraient constituer le point faible de l'installation si le type choisi ne possédait pas toute la robustesse désirable. Il est à remarquer cependant que la plupart de ces dicordes ne seront pas maniés fréquemment, car beaucoup de communications pourront n'être changées qu'à de longs intervalles.

Telle est, dans ses principales lignes, la transformation des installations actuelles en une installation plus souple et de meilleur rendement, sans nécessiter de personnel supplémentaire. Chaque table de manipulation peut, en effet, être éloignée du distributeur auquel elle appartient, pourvu que les fonctions locales (freins, cadence) soient assurées.

On pourrait craindre qu'il ne se produise des difficultés ou des pertes de temps pendant l'établissement ou la suppression d'une intercommunication entre deux centres ; il est aisé de réglementer ces opérations de telle sorte que rien ne soit livré au hasard et que les pertes de temps soient minimales. Tout d'abord, chaque centre aura reconnu, au préalable, par un moyen de classement approprié, l'existence d'un certain trafic à destination de tel centre avec lequel il n'a pas de relations directes. Il demandera donc au dirigeur du centre qui devra effectuer l'opération de retransmission de le relier au centre désiré. L'opération pourra être rapidement effectuée si le dirigeur de chaque table de commutation possède un moyen facile de communiquer avec les différentes tables de manipulation dont il a la charge. Dans une installation de peu de surface, la communication se fera de vive voix. Dans les installations importantes, il serait facile d'imaginer un moyen de signalisation ou d'appel entre les agents et le dirigeur ou de relier ces agents par des téléphones magnétiques.

TÉLÉPHONIE ET TÉLÉGRAPHIE MULTIPLEX

AU MOYEN DES COURANTS A HAUTE FRÉQUENCE (1)

Par E. H. COLPITTS et O. B. BLACKWELL (2).

(Suite et fin).

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT (suite).

Sélection. — Filtrés électriques. — Quand un certain nombre de voies à une direction (voir fig. 1), employant chacune une fréquence différente de courant porteur, sont utilisées pour des transmissions simultanées sur une seule ligne, chacune de ces voies doit être réunie à la ligne par des circuits sélectifs ne laissant passer que la bande des fréquences assignée à cette voie. Non seulement il est nécessaire d'éviter que le démodulateur d'une voie déterminée ne reçoive de la ligne des courants des autres voies, mais il faut aussi empêcher que le modulateur n'émette des courants dont la fréquence n'est pas comprise dans la bande qui lui est réservée, car ainsi qu'on l'a vu plus haut, d'autres fréquences que celles recherchées se produisent dans le circuit sortie du modulateur ; si ces fréquences aboutissent à la ligne et si elles sont comprises parmi celles réservées à une autre voie, elles passeront à travers le circuit sélectif et seront reçues par le démodulateur.

La position des différents circuits sélectifs dans un tel système multiplex à une direction est indiquée par la fig. 4.

Ainsi que nous le verrons plus loin, la gamme des fréquences les plus avantageuses est assez limitée, par suite des difficultés de transmission aux hautes fréquences et des dangers d'induction entre circuits voisins. C'est pourquoi il est nécessaire, là où l'on

(1). Contrairement à ce qui a été indiqué dans le précédent numéro, M. E. H. Colpitts seul est ingénieur à la Western Electric Co ; M. O. B. Blackwell est ingénieur à l'American telephone and telegraph Co.

(2). Voir le n° 2-1921 des *Annales des P. T. T.*, page 283.

veut obtenir le maximum de voies sur un circuit, de diminuer le plus possible les intervalles entre les fréquences de 2 voies voisines. Ce qui limite, en premier lieu, l'intervalle entre les fréquences du courant porteur, c'est la nécessité d'avoir une bande correspondant à toute l'étendue des fréquences de la parole ; ce qui veut dire, qu'avec des appareils parfaits, la séparation entre les différentes voies doit être d'au moins 2000 périodes. Le circuit sélectif idéal, qui permettrait cet espacement serré, transmettrait donc

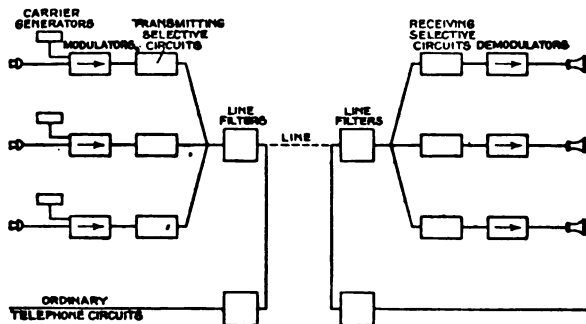


Fig. 4.

une bande de 2.000 périodes et arrêterait complètement toute fréquence en dehors. Mais comme il n'est pas possible de réaliser des circuits aussi parfaits, on est contraint d'espacer les fréquences porteuses plus que la largeur de la bande ne le rend nécessaire.

On se rapproche de ces circuits idéaux, particulièrement dans les fréquences moyennes, par l'emploi de ce que l'on a appelé un « filtre électrique ». Ce dispositif a été inventé et complètement étudié par G. A. Campbell, bien avant que les systèmes à courant porteur n'aient été rendus possibles par la mise au point des lampes à 3 électrodes et leur utilisation comme oscillateur, modulateur et démodulateur. Le filtre Campbell est constitué par des capacités et des inductances qui laissent passer, avec un minimum d'affaiblissement, des courants dont les fréquences sont comprises entre des limites déterminées, et qui étouffent presque totalement les autres fréquences. Bien que ces filtres prennent différentes formes, suivant les besoins, ils sont tous identiques en ce que les courants traversent une suite de sections dont les

effets absorbants s'ajoutent. La fréquence que l'on désire supprimer, peut être réduite autant qu'on le veut, jusqu'à toute valeur physiquement possible, en augmentant le nombre de sections.

La fig. 5, représente un filtre utilisé avec succès dans les sys-

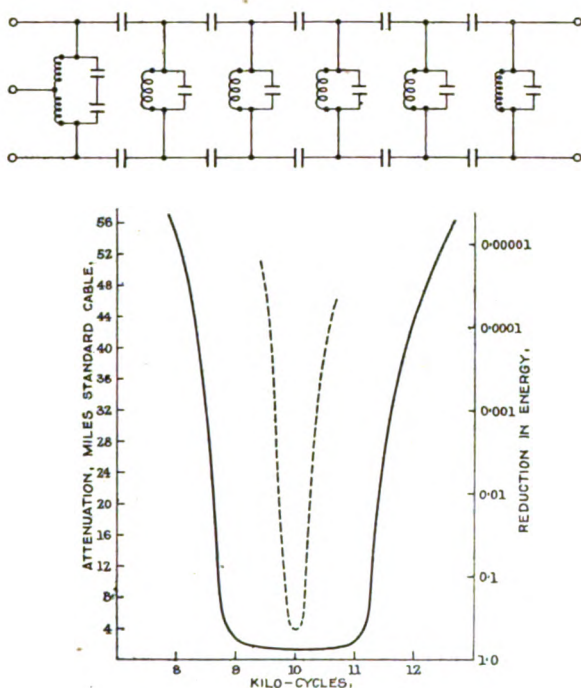


Fig. 5.

tèmes à courant porteur. Comme ce filtre laisse passer une bande de fréquences, on l'appelle un filtre à bande (band-passfilter). La même figure montre l'affaiblissement, en fonction de la fréquence, (évaluée en mille périodes) introduite dans un circuit par ce filtre. L'affaiblissement est évalué en milles de câble standard. L'échelle de droite indique la diminution correspondante de l'énergie lors du passage à travers ce filtre.

Ce filtre est établi pour transmettre la bande supérieure d'un courant porteur à 9.000 périodes ou la bande inférieure d'un système à 11.000 périodes.

Il peut être intéressant de comparer à ce filtre 2 circuits, en accouplement lâche, résonnants à une fréquence donnée de la bande du filtre. La courbe en pointillé de la fig. 5 donne la caractéristique d'un tel système. On voit que l'affaiblissement de ce circuit, dans les limites des fréquences de la bande, est tel qu'il remplirait mal le but cherché dans un système à courant porteur.

Examinons la relation qui peut exister entre la caractéristique du filtre et le fonctionnement de l'ensemble. De la forme de cette caractéristique, dans les limites des fréquences qui doivent passer, dépend la qualité de la transmission dans la voie à courant porteur correspondante. Si l'affaiblissement est uniforme dans toute la gamme des fréquences qui doivent passer, l'effet produit est le même que si la longueur de la ligne était proportionnellement augmentée, et cette perte pourra être compensée par une amplification en un point quelconque de l'ensemble. Si au contraire l'affaiblissement n'est pas le même dans toute l'étendue de la gamme, et s'il est, par exemple, plus grand aux limites de la bande qu'au centre, la différence entre les équivalents de transmission des composantes de la bande introduira une distorsion dans la courbe de transmission aux diverses fréquences, transmission mesurée entre les 2 extrémités de la ligne, soit de l'entrée du modulateur à la sortie du démodulateur. Une telle distorsion se manifesterait par une diminution de la qualité de la transmission téléphonique.

L'importance de l'affaiblissement, aussi bien que sa variation aux diverses fréquences, dépendent de la perte de puissance dans les selfs-inductances et les condensateurs, ainsi que leurs constantes électriques, de sorte que l'obtention de filtres, ayant une caractéristique de transmission déterminée, a été particulièrement liée à la réalisation d'éléments ayant, avec une constante de temps élevée, une grande précision et la stabilité. Les capacités ont surtout été réalisées avec des condensateurs au mica. Pour les inductances, on a réalisé des noyaux en fer finement divisé, permettant d'obtenir des selfs ayant une constante de temps supérieure aux selfs sans fer, pour les fréquences les plus élevées que nous ayons utilisées. De plus, elles sont plus

compactes et ont un champ de dispersion moindre. Des transformateurs construits sur le même principe, sont employés exclusivement dans le système à courant porteur.

Ainsi qu'on l'a précédemment indiqué, l'intervalle entre les bandes est déterminé par l'affaiblissement produit par le filtre sur les fréquences en dehors de sa bande propre, ce qui par conséquent fixe le nombre des voies que l'on peut utiliser dans une gamme de fréquences données. Si par exemple la voie A utilise le filtre de la fig. 5, la bande de fréquences de la voie B doit être choisie de telle sorte que l'affaiblissement produit par le filtre de la voie A sur les fréquences de la voie B soit au moins aussi grand que la valeur fixée pour l'induction entre circuits (crosstalk) imposée à l'ensemble du système.

L'affaiblissement hors des limites de la bande est pratiquement indépendant de la résistance des selfs et de la perte dans les condensateurs, mais est presque entièrement produit par la disposition et la valeur numérique des réactances d'une section et par le nombre des sections.

Bien des dispositifs ont été établis pour vérifier la forme de la courbe d'affaiblissement et pour obtenir un filtre d'une impédance correspondant le mieux au circuit auquel il est relié. On a trouvé qu'il était possible d'établir des filtres permettant un intervalle de 1.000 périodes entre 2 voies voisines, c'est-à-dire 3.000 périodes entre 2 fréquences voisines du courant porteur.

En plus de la séparation des différentes voies entre elles, on a trouvé qu'il était pratique, au point de vue exploitation, de séparer les hautes fréquences, prises en bloc, des fréquences utilisées par la téléphonie et la télégraphie usuelles. Dans ce but, la portion de ligne commune aux 2 sortes de transmissions est réunie aux appareils à courant porteur à travers un filtre, dit à hautes fréquences, laissant passer les fréquences supérieures à une valeur déterminée (dans ce cas, au-dessus de 3.000 périodes) et supprimant toutes les fréquences en dessous (dans ce cas, en dessous de 3000 périodes). Les appareils téléphoniques et télégraphiques du système ordinaire sont réunis d'une façon analogue au circuit commun, par un filtre, dit à basses fréquences qui ne

laisse passer, dans ce cas particulier, que les fréquences en dessous de 3.000 périodes et supprime celles au-dessus de cette valeur. Cette combinaison de filtres (parfois dénommée « high-frequency composite set ») est indiquée figure 6, ainsi que les courbes

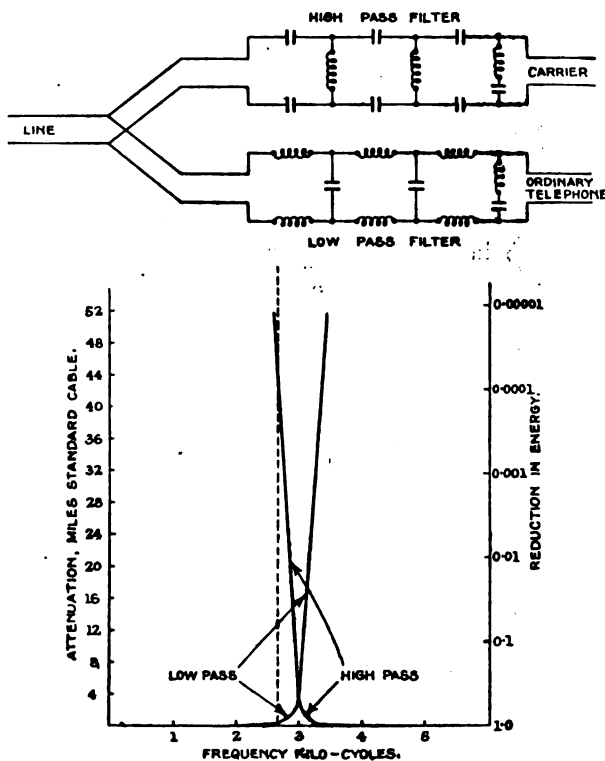


Fig. 6.

d'affaiblissement des 2 filtres. On voit sur la partie supérieure de cette figure que les courants provenant de la ligne seront répartis au moyen des filtres à haute et à basse fréquence. Les impédances relatives de ces deux branches offriront le moyen de séparer ces courants à une fréquence déterminée. C'est ainsi que le filtre à haute fréquence aura une impédance élevée pour les courants téléphoniques usuels, et présentera une impédance égale à celle de la ligne pour les courants compris dans les fré-

quences du courant porteur. De même, le filtre à basse fréquence offrira une haute impédance aux courants de la fréquence du courant porteur et aura une impédance égale à celle de la ligne pour les courants aux fréquences téléphoniques ordinaires. L'affaiblissement produit par le filtre à haute fréquence est faible pour les courants de la gamme du courant porteur, mais est important pour les courants compris dans les fréquences de la voix ; l'inverse se produit pour le filtre à basse fréquence. Il est intéressant de remarquer sur les courbes de la fig. 6, la précision obtenue pour la séparation des fréquences, même pour les fréquences extrêmes des deux filtres. Si par exemple, nous considérons la fréquence 2.800, qui se trouve dans le voisinage des fréquences supérieures de la voix, on voit que les courants à cette fréquence sont affaiblis d'environ un mille de câble standard par leur passage à travers le filtre à basse fréquence, mais que le passage au travers du filtre à haute fréquence produit un affaiblissement d'environ 45 milles. De même, une fréquence de 3200 périodes, voisine des fréquences basses de la gamme du courant porteur, n'est affaiblie que d'environ un mille standard par son passage dans un filtre à haute fréquence, mais subit un affaiblissement d'environ 45 milles dans un filtre à basse fréquence. Ces différences d'affaiblissement correspondent en énergie au rapport de 10.000 à 1.

L'emplacement de ces filtres dans un système à courant porteur, est indiqué à la figure 4. Un filtre à basse fréquence est également placé dans le circuit sortie du démodulateur, pour éviter le passage dans la ligne d'abonné, de fréquences plus élevées que les fréquences essentielles de la voix.

Transmission réversible. — Jusqu'à présent nous n'avons examiné que la transmission dans un seul sens. Pour permettre la conversation dans les deux sens, il faut associer entre elles ces voies à une direction. Ce problème est analogue à celui que l'on a eu à résoudre pour placer l'amplificateur, qui n'amplifie que dans un sens, dans un répéteur téléphonique fonctionnant sur un circuit téléphonique ordinaire. La similitude des 2 problèmes ne réside pas seulement dans le fait que la voie à courant por-

teurest à un sens, comme l'élément amplificateur, mais que tous deux nécessitent une amplification et, par conséquent, présentent les mêmes possibilités de « sifflement ».

L'expérience acquise par l'étude et la mise au point des répéteurs téléphoniques a été très utile pour la réalisation des systèmes à courant porteur.

Les différents types de répéteurs, ainsi que les principes des systèmes à répéteurs, ont été étudiés précédemment par MM. Gherardi et Jewett (1).

Comme il est nécessaire d'avoir la possibilité de réunir, à une section fonctionnant suivant le système à courant porteur, une ligne quelconque à grande distance, on a dû prévoir, pour les réunir, un circuit analogue à celui qui a été appliqué depuis de nombreuses années en téléphonie, d'abord avec les postes d'abonnés, puis dans les répéteurs. Ce circuit est le « circuit en pont » utilisé avec différents montages, suivant les systèmes à courant porteur.

Suppression du courant porteur. — L'un des systèmes à courant porteur utilisé pour les circuits à grande distance devant assurer de très bonnes communications, se base sur d'autres principes que ceux précédemment énoncés. Ainsi qu'il a été dit, le bon fonctionnement du modulateur exige que les courants de la bande (supérieure ou inférieure), qui transportent les caractéristiques de la parole, soient accompagnés d'une assez grande quantité de courant non modulé à la fréquence porteuse. Quand ce courant porteur est transmis par le modulateur, il est évident qu'une faible partie seulement du courant sur la ligne est utilisée pour la transmission des caractéristiques de la voix. Si donc ce courant porteur est fourni au démodulateur par une source locale, au lieu de venir de la station d'émission par la ligne, la quantité de courant qu'il sera nécessaire de fournir sur la ligne pour chaque voie sera largement réduite, puisque l'on n'aura à transmettre que les bandes. La cinquième courbe de la fig. 3 indique la forme de l'onde, quand les bandes supérieure et inférieure sont

(1) Voir *Annales des P. T. T.*, mars 1919.

transmises et le courant porteur supprimé. La dernière courbe représente l'onde lorsqu'il n'existe qu'une bande et que le courant porteur est supprimé. On doit donc supprimer le courant porteur à la station d'émission et le fournir au démodulateur de la station réceptrice au moyen d'une source locale.

L'élimination de la fréquence porteuse, à la station d'émission, est obtenue par ce que l'on a appelé un « modulateur équilibré », dont le schéma est indiqué fig. 7. Le potentiel provenant du

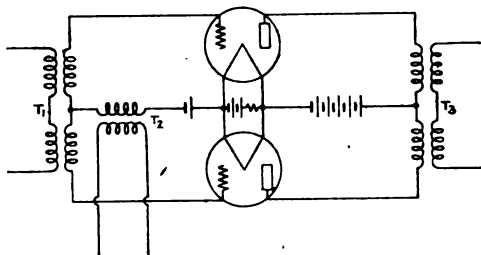


Fig. 7.

transmetteur microphonique est transmis par le transformateur T_1 aux 2 grilles des lampes (montage différentiel). Le courant porteur est envoyé au système à travers le transformateur T_2 , de telle façon que les potentiels des 2 grilles, par rapport au filament, sont à chaque instant les mêmes.

Les courants porteurs résultants, circulant dans les circuits de plaque des 2 lampes, sont donc égaux, et les flux qu'ils produisent dans le transformateur différentiel T_3 sont égaux et de sens contraire ; ainsi aucun voltage du courant porteur non modulé n'est induit dans le circuit de sortie. Une étude plus détaillée montrerait que les courants de la bande produits par la réaction entre les courants porteurs et les courants de la voix ne sont pas annulés, mais se retrouvent à la sortie du modulateur. Il y a lieu de remarquer que, dans ces conditions, un courant à haute fréquence n'apparaît dans le circuit sortie que lorsque l'on applique au côté entrée du modulateur des courants téléphoniques à basse fréquence.

Générateur d'harmoniques. — Afin d'être sûr que le courant porteur, appliqué au démodulateur du système ci-dessus, est

exactement à la même fréquence que celle employée à la modulation à la station d'émission, on a établi un dispositif par lequel ces 2 fréquences sont prises à la même source. Dans ce but, on place à une extrémité de la ligne un oscillateur à tubes à vide qui produit une fréquence un peu supérieure aux fréquences de la voix, soit 5.000 périodes. Le courant ainsi produit est appliqué à un autre tube à vide, de façon à le surcharger. Ce « générateur d'harmoniques », ainsi qu'on l'a appelé, est monté de telle sorte qu'il donne, dans son circuit sortie, une onde contenant des composantes qui sont des multiples de la fréquence appliquée à l'entrée. Les différents harmoniques de la fréquence fondamentale (ici 10.000, 15.000, 20.000 périodes, etc.) sont triés par des filtres appropriés et envoyés à des circuits distincts, où ils sont amplifiés et peuvent ensuite être utilisés comme courants porteurs par des voies différentes. En même temps, le courant de l'oscillateur à la fréquence fondamentale (dans ce cas, 5.000 périodes) est amplifié et transmis, par la ligne, à l'autre extrémité. Là, ce courant est séparé au moyen d'un filtre, puis après amplification, envoyé à un deuxième générateur d'harmoniques qui produit la même série des fréquences porteuses que le premier générateur à la station d'émission. Ces harmoniques « régénérés » peuvent non seulement servir à la démodulation des transmissions provenant de la première station, mais peuvent aussi être utilisés avec des modulateurs équilibrés qui transmettent dans le sens opposé. Les démodulateurs de la première station reçoivent leur courant porteur du générateur d'harmoniques local.

En plus de l'avantage de nécessiter des courants de ligne plus faibles, le système avec courant porteur supprimé a deux autres avantages principaux. L'un de ces avantages consiste dans l'absence de battements de fréquence audible, résultants de la réaction, dans les circuits de démodulation, entre les courants porteurs existant normalement et ceux résultant d'induction (crosstalk) ou d'un manque d'équilibrage. Si toutes les fréquences porteuses sont produites séparément, ces réactions peuvent produire un son perturbateur continu. D'autre part, avec le dispo-

sitif à générateur d'harmoniques, les seules fréquences possibles sont les différences entre la fréquence fondamentale et ses harmoniques, qui sont toutes supérieures aux fréquences de la voix et sont, par conséquent supprimées par les filtres à basse fréquence du circuit sortie du démodulateur.

En fait, ce dispositif à générateur d'harmoniques est pratiquement indispensable là où l'on utilise la même gamme des fréquences pour la transmission dans les deux sens.

Le deuxième avantage de ce système réside dans le fait que les variations dans l'affaiblissement de la ligne, résultant des changements de température ou de toute autre cause, ont moins d'effet sur l'équivalent de transmission du système. On sait que le volume de la voix à la sortie du démodulateur est proportionnel au produit des amplitudes du courant porteur et du courant de bande. Si donc, la variation dans l'affaiblissement de la ligne est telle qu'elle augmente ou diminue le courant de bande dans un rapport donné, le courant porteur, s'il est transmis, variera en général dans la même proportion et le courant de la transmission sera modifié proportionnellement au carré de ce rapport. Dans le système avec porteur supprimé, le courant de bande subira la même variation que précédemment, le courant porteur sera augmenté ou diminué, non par la variation d'affaiblissement correspondant à la fréquence du courant porteur, mais par l'affaiblissement beaucoup moindre qui se produit à la fréquence fondamentale, de sorte que la voix sera dans ce cas moins affectée.

Répéteurs. — L'étude des caractéristiques de la ligne fera comprendre la grande importance de l'amplification aux points intermédiaires d'une ligne à courant porteur. Les recherches, faites à propos des répéteurs pour courants téléphoniques, permettent d'utiliser aujourd'hui la lampe à 3 électrodes, ainsi qu'un grand nombre de méthodes pour l'emploi de ce tube. Bien que les principes soient les mêmes pour les répéteurs téléphoniques que pour les répéteurs des fréquences porteuses, les conditions particulières de fonctionnement aux fréquences élevées font que ces répéteurs diffèrent notablement du type standard pour les fréquences téléphoniques.

En premier lieu, une station de répéteur d'un circuit multiplex à courant porteur doit fournir le courant nécessaire à un certain nombre de conversations indépendantes les unes des autres. Ceci pourrait être obtenu par l'emploi de répéteurs en parallèle avec des filtres convenablement choisis, mais il est évident qu'il est préférable de n'avoir qu'un seul répéteur pouvant amplifier toutes les transmissions à courant porteur. Les conditions de fonctionnement seront rendues encore plus difficiles par le fait que la modulation qui se produit dans les lampes triodes, tend à augmenter avec la charge et produit, dans le fonctionnement avec courant porteur, des perturbations qui ne sont pas appréciables dans un répéteur ordinaire à fréquences téléphoniques.

L'explication de ce phénomène est la suivante : les fréquences résultant de la réaction des courants de 2 voies peuvent être comprises dans la gamme des fréquences d'une troisième voie, et dans ce cas ne sont pas arrêtées par le filtre ; elles sont alors perçues par l'abonné comme un bruit continu. Pour obtenir une puissance plus grande et pour diminuer cet effet perturbateur de modulation, nous avons employé un certain nombre de lampes en parallèle (push-pull) dans un montage analogue à celui du modulateur différentiel.

Avec ce montage, le potentiel d'entrée augmente le potentiel de l'une des grilles et diminue celui de l'autre. Les plaques sont reliées au circuit de sortie par un transformateur différentiel, de sorte que les courants utiles, amplifiés par les deux tubes s'ajoutent, tandis que les composantes gênantes, dues à la modulation, sont égales et en opposition de phase, et par conséquent s'annulent. Au lieu d'employer ces lampes en parallèle pour avoir un plus grand débit de l'amplification, on aurait pu employer une lampe plus grande ; mais pour éviter d'avoir différents types de lampes dans une installation, on a adopté le montage en parallèle.

Dans un système avec répéteur pour fréquences téléphoniques, l'amplification, sur une ligne donnée, est limitée par la tendance au « sifflement ». Cette condition est la même dans les systèmes à courant porteur. Pour éviter le sifflement du répéteur, on peut .

employer les mêmes méthodes que celles employées aux extrémités; c'est-à-dire, si les mêmes fréquences sont utilisées pour la transmission dans les deux sens, les lignes doivent être équilibrées de chaque côté du répéteur et être raccordées suivant le même circuit que celui des répéteurs téléphoniques. Si des fréquences différentes sont employées pour la transmission dans les deux sens, on peut utiliser des filtres pour empêcher les courants envoyés dans une direction de passer dans le circuit d'entrée du répéteur recevant du courant de cette direction.

Bien que les courants à la fréquence de la voix et les courants porteurs puissent être amplifiés par le même répéteur, on a trouvé qu'il était préférable, pour des raisons d'exploitation, de séparer les fréquences porteuses des fréquences téléphoniques par des filtres analogues à ceux placés aux extrémités de la ligne. L'affaiblissement des courants téléphoniques ordinaires étant moindre que l'affaiblissement des courants porteurs, il n'est généralement pas nécessaire de prévoir autant de répéteurs téléphoniques que de répéteurs pour le courant porteur.

Système d'appel pour circuits téléphoniques à courant porteur.

— Pour qu'une voie téléphonique à courant porteur puisse former un chaînon dans une communication téléphonique ordinaire, il est nécessaire de pouvoir envoyer l'appel sans intervention d'une opératrice aux extrémités de la section à courant porteur. On l'obtient par deux méthodes différentes, correspondant aux deux systèmes à courant porteur. Dans le système avec courant porteur transmis, on adjoint un redresseur de courant (constitué par une lampe) au démodulateur, de telle sorte que le courant porteur produit, dans le circuit sortie du redresseur, un courant continu suffisant pour actionner un relais. Quand on sonne, le courant d'appel à 16 périodes est reçu à l'extrémité de la section à courant porteur; il actionne un relais qui ouvre le circuit d'alimentation du modulateur en courant porteur, arrêtant ainsi son envoi sur la ligne. Le relais qui est excité par le redresseur à l'autre extrémité de la ligne, tombe et envoie un courant d'appel à 16 périodes sur la ligne prolongeant la voie à haute fréquence.

Dans le système à courant porteur supprimé, le courant d'appel venant de la ligne à basse fréquence, actionne un relais qui envoie au modulateur, par le circuit de conversation, un courant à 133 périodes produit par un oscillateur à lampes (par exemple). Ce courant réagit dans le modulateur, avec le courant porteur, pour produire un courant compris dans la gamme de la bande et séparé du courant porteur par un intervalle de 133 périodes, qui est transmis à l'autre extrémité. A la démodulation, il se retrouve dans les circuits téléphoniques en courant à 133 périodes. Ce courant actionne un relais accordé pour cette fréquence, qui à son tour envoie un courant à 16 périodes sur la ligne à basse fréquence.

Télégraphie à haute fréquence. — Le télégraphe à courant porteur est basé sur les mêmes principes que la téléphonie, mais exige des dispositifs différents par suite de la différence dans les signaux à transmettre et des conditions de fonctionnement.

En téléphonie ordinaire, les signaux consistent dans une succession d'impulsions de courant, séparés par des impulsions de sens contraire (ou par la rupture du courant) représentant des blancs.

En transmettant des signaux télégraphiques sur une ligne au moyen du système à courant porteur, les signaux télégraphiques reçus de la ligne locale ou d'un circuit télégraphique éloigné actionnent un relais qui commande l'envoi des courants porteurs sur la ligne à haute fréquence. Le dispositif habituellement employé consiste à envoyer le courant à haute fréquence d'amplitude uniforme seulement pendant l'émission des impulsions de travail. A la réception, ce courant à haute fréquence est redressé par une lampe après amplification. Le courant redressé actionne un relais qui envoie les signaux sur le circuit télégraphique d'abonné.

On a pensé que dans ces conditions la seule fréquence transmise est celle du courant porteur, et que par conséquent l'intervalle entre les fréquences porteuses de 2 voies voisines n'était déterminée que par la sélection qu'il était possible d'obtenir avec les appareils actuels. L'examen des conditions d'établissement et

d'extinction du courant dans un circuit en résonance aiguë montre qu'il n'en est pas ainsi. Si le temps nécessaire à l'établissement du courant dans un tel circuit est comparable aux intervalles du courant de travail et du courant de repos, le courant à haute fréquence ne reproduit pas les signaux télégraphiques avec précision. Il s'en suit une déformation des signaux, qui à la limite produit leur extinction.

Une méthode pour déterminer quantitativement la relation qui peut exister entre les constantes du circuit sélectif et la vitesse et la qualité des signaux, consiste à envisager ce problème comme celui posé par une modulation. De même qu'en téléphonie, il a été nécessaire de transmettre une bande de fréquences aussi large que la gamme des fréquences de la voix, il est nécessaire en télégraphie de transmettre une bande de hautes fréquences correspondant aux fréquences essentielles se trouvant dans les signaux télégraphiques à courant continu. Une analyse de l'onde idéale représentant une succession de signaux télégraphiques montre la présence d'une série illimitée de composantes dont la fréquence s'étend à l'infini avec des amplitudes variant en sens inverse de la fréquence. Les circuits télégraphiques ordinaires ne transmettent que les composantes de fréquence relativement basse, d'où une déformation à la fin des signaux. On obtient toutefois des signaux assez bons si on conserve les fréquences qui sont plusieurs fois la fréquence fondamentale d'interruption. La limite supérieure de cette bande essentielle de fréquences à conserver, varie avec les types d'appareils, avec le service à obtenir, mais on peut dire qu'elle est approximativement proportionnelle au carré de la vitesse de transmission. Pour les cas rencontrés en pratique, elle est de l'ordre de 100 à 200 périodes.

Il s'en suit qu'une transformation suffisamment bonne peut être obtenue avec une bande de la largeur des fréquences télégraphiques ordinaires bien que, avec une onde modulée dont l'enveloppe simulerait d'assez près des signaux télégraphiques idéaux, il serait nécessaire de transmettre sur la ligne une assez large bande de fréquences. En conséquence, les composantes des fréquences non essentielles sont supprimées dans le système télé-

graphique multiplex à courant porteur, afin d'éviter l'effet perturbateur qu'elles pourraient produire dans d'autres voies.

Quand, dans l'exploitation en multiplex, le courant porteur est à une fréquence de plusieurs milliers de périodes, le pourcentage de la différence entre les extrémités de la bande est si faible, qu'il n'est pas aussi facile qu'en téléphonie de construire des filtres pour supprimer l'une des bandes (supérieure ou inférieure). C'est pour cette raison que l'étendue des fréquences réservées à une voie télégraphique est le double de celle des fréquences essentielles d'une voie télégraphique à courant continu. Les avantages des filtres disparaissent pour des bandes étroites de transmission aux hautes fréquences, et en télégraphie on a trouvé préférable, pour les vitesses actuellement employées, d'utiliser des circuits résonnants en accouplement lâche.

Il est nécessaire d'employer l'exploitation en duplex, dans laquelle les voies de sens contraire sont employées simultanément pour des transmissions indépendantes les unes des autres. En télégraphie ordinaire, le fonctionnement en duplex est obtenu par un dispositif en pont, qui nécessite, à chaque extrémité, l'équilibrage assez précis de la ligne sur une ligne artificielle. Aux basses fréquences, cet équilibrage est obtenu grâce à une attention soutenue du surveillant du répéteur et des modifications fréquentes de la ligne artificielle. Bien qu'il soit possible d'employer ce dispositif avec une ligne à courant porteur, on a préféré pour des raisons économiques, avoir des fréquences différentes des courants porteurs pour les transmissions dans les deux sens. On a trouvé par exemple, qu'il était avantageux d'avoir des fréquences comprises entre 3.300 et 6.000 périodes pour transmettre dans un sens, et un peu au-dessus de 6.000 jusqu'à 10.000 pour la transmission en sens contraire. On obtiendra ainsi sur une seule paire de conducteurs, l'équivalent de 10 voies télégraphiques duplex. Il reste encore disponible une gamme importante de fréquences qui pourra être utilisée, suivant les besoins, pour des voies télégraphiques et téléphoniques.

Fréquences adoptées. — De ce qui précède, on voit qu'il est possible de choisir les fréquences des voies téléphoniques et télé-

graphiques de plusieurs façons. Pour une installation donnée, les fréquences à adopter, pour les différentes voies, dépendent des considérations techniques et économiques particulières. Si, par exemple, il n'y a qu'une paire de conducteurs disponible et qu'on désire établir le plus grand nombre possible de voies téléphoniques, le point de vue économique incitera à consentir de grands frais pour obtenir une ligne suffisamment uniforme pouvant être équilibrée aisément par une ligne artificielle, et permettant ainsi d'utiliser la même gamme de fréquences pour une transmission téléphonique dans les deux sens. Le dispositif à générateur d'harmoniques est, dans ce cas, tout indiqué.

Si, par contre, on veut établir des systèmes à courant porteur sur des circuits d'une même artère, des phénomènes d'induction possibles feront conseiller l'emploi de fréquences différentes pour la transmission dans les deux sens. Dans ces conditions, il n'est pas nécessaire d'obtenir la même uniformité d'impédance que dans l'hypothèse précédente. Des différentes combinaisons possibles, il est pratique d'adopter la suivante : toutes les voies d'une direction emploient des fréquences porteuses inférieures à une certaine valeur et toutes les voies de la direction opposée utilisent des fréquences supérieures à cette même valeur. Ce groupement simplifie les filtres des répéteurs et des extrémités, et la séparation entre les courants de sens contraire peut être obtenue par la simple combinaison de filtres à haute et à basse fréquence, sans équilibrage de la ligne, ainsi qu'il est nécessaire dans l'autre cas.

La figure 8 indique une répartition possible des fréquences entre les voies téléphoniques et télégraphiques d'une paire de conducteurs. Les flèches à la partie inférieure indiquent les positions réservées dans l'échelle des fréquences à chaque type de transmission. En partant de zéro, on réserve une bande étroite au télégraphe à courant continu. La gamme comprise entre 200 et 2.000 périodes, représentée par la flèche horizontale est la gamme des fréquences téléphoniques ordinaires. Entre 3.333 et 6.000 périodes se trouve un groupe de 8 voies télégraphiques constituant, avec les 8 voies en sens contraire, comprise entre 6.000 et 10.000 périodes, 8 circuits télégraphiques duplex. Les

fréquences au-dessus de 10.000 périodes sont réservées à 3 voies téléphoniques à 2 directions ; ces dernières sont indiquées chacune par une flèche verticale donnant la position de la fréquence

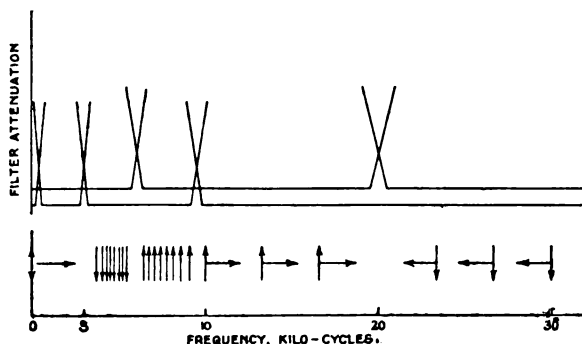


Fig. 8.

porteuse et le sens de transmission, et par une flèche horizontale donnant la position de la bande par rapport au porteur.

Sur la même figure 8, on a représenté les courbes d'affaiblissement idéales d'un couple de filtres correspondant à cette disposition. De tels filtres seraient utilisés pour envoyer dans leurs circuits respectifs les courants téléphoniques et télégraphiques à courant porteur, les courants téléphoniques et télégraphiques ordinaires, facilitant ainsi leur répartition dans les bureaux centraux.

LES LIGNES

La réalisation, au point de vue électrique, des systèmes à courant porteur, est subordonnée presque entièrement à la solution des problèmes posés par la transmission des courants porteurs sur les fils de ligne. Comparées aux fréquences téléphoniques ordinaires, les fréquences relativement élevées utilisées dans ces systèmes s'affaiblissent beaucoup plus rapidement sur les lignes et produisent plus facilement de l'induction sur les circuits voisins. L'affaiblissement et l'induction augmentent rapidement avec la fréquence. C'est pourquoi on emploie la gamme des fréquences commençant immédiatement au-dessus des fré-

quences de la voix. Les systèmes qui jusqu'à présent ont été mis en exploitation commerciale, utilisent des fréquences jusqu'à environ 30.000 périodes.

Les transmissions à courant porteur ayant un affaiblissement et une induction élevés, il est nécessaire de prévoir des répéteurs à des distances assez rapprochées. Afin de montrer l'importance des répéteurs, nous dirons que si le circuit téléphonique Harrisburg-Chicago, long de 750 milles (environ 1.200 kilomètres), fonctionnait sans répéteurs, il serait nécessaire, avec la ligne en parfait état, de fournir à l'émission, sur la voie à la fréquence la plus élevée, une puissance de 60 kilowatts. L'emploi des répéteurs permet de n'avoir, en aucun point de la ligne, une puissance supérieure à 0,1 watt pour la haute fréquence.

Caractéristiques des lignes aériennes aux fréquences des courants porteurs. — En Amérique, la plupart des lignes aériennes sont en fils de 2,6 mm. ou de 4,2 mm. environ (n° 12 de la jauge N. B. S. ou n° 9 de la jauge B. W.). La distance normale entre fils d'une même artère est d'environ 30,5 centimètres (12 inches).

L'affaiblissement aux hautes fréquences est calculé d'après les formules connues. On sait que le rapport des courants i_1 et i_2 en 2 points séparés par une ligne de longueur l , sera $\frac{i_1}{i_2} = e^{-\alpha l}$ en supposant qu'il n'y ait pas de réflexion aux extrémités ; (α) représente la partie réelle de l'expression

$$\sqrt{(R + j p L)(G + j p C)}.$$

R et L représentent la résistance effective et la self-induction d'une boucle de longueur égale à l'unité, G et C étant la conductance et la capacité entre fils par unité de longueur.

Les formules relatives à la transmission des courants alternatifs étant suffisamment connues (1), nous nous bornerons à ne

(1) Voir J. A. Fleming : « The propagation of Electric Currents in Telephone and Telegraph Conductors. »

A. E. Kennelly : « The Application of hyperbolic Functions to Electrical Engineering Problems. »

John Mills : « Radio Communication, theory and méthodes with an appendix on transmission over wires. »

L'unité d'affaiblissement généralement employée aujourd'hui est le

citer ici que certaines particularités intéressant plus spécialement les systèmes à courant porteur.

Les valeurs L et C sont pratiquement les mêmes aux hautes et aux basses fréquences ; R peut être déterminé au moyen des formules d'Edison (« skin effect »). Les courbes de la fig. 9 représentent l'augmentation de résistance avec la fréquence.

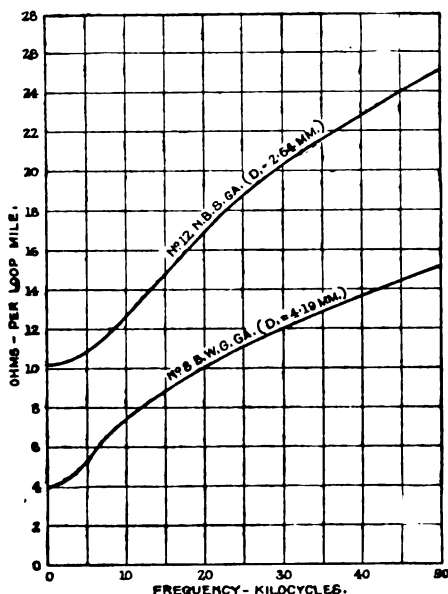


Fig. 9.

Il est moins facile de déterminer la valeur de G , aucune relation mathématique n'ayant été établie entre la fréquence et la conductance effective entre fils. On a admis que la perte par conductance se produit uniquement aux isolateurs, et l'on a mesuré cette perte pour un groupe de 12 isolateurs en verre soumis aux conditions normales de la pratique. On a ainsi trouvé que la conductance, mesurée à 25.000 périodes, est de l'ordre de grandeur de 200 fois la conductance mesurée en courant continu. Les

mille de câble standard, qui correspond à $\alpha = 0,109$, à 800 périodes. L'affaiblissement aux fréquences porteuses est exprimé en milles de câble standard qui à 800 périodes produisent le même affaiblissement.

courbes d'affaiblissement tra cées avec les valeurs ainsi calculées se rapprochent du reste très sensiblement des courbes obtenues par mesure directe. Un changement dans la température, influant largement sur la conductance de perte, produira une variation importante dans l'affaiblissement de la ligne.

L'affaiblissement d'un circuit sera notablement augmenté par des courants induits provenant des lignes voisines, ainsi que le montre la fig. 10, relative à l'un des premiers circuits Baltimore-

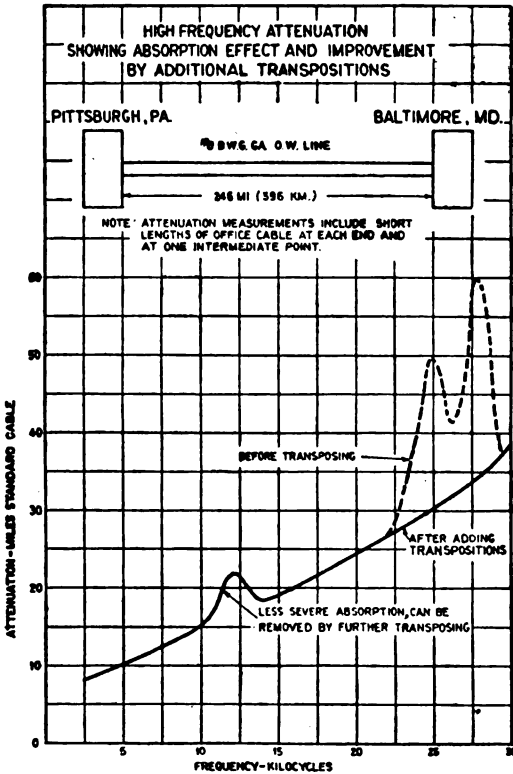


Fig. 10.

Pittsburgh mis en exploitation. La courbe en pointillé se rapporte au circuit avant modification ; la courbe en trait continu indique l'affaiblissement obtenu après que l'on eut opéré un certain nombre de rotations supplémentaires. L'irrégularité qui se pro-

duit vers 12.000 périodes n'étant pas jugées suffisamment gênante pour justifier de nouveaux frais, on l'a laissée subsister.

L'impédance d'un circuit, telle qu'elle apparaît vue de l'extrémité et des points d'amplification, sert de base pour fixer les constantes des appareils intermédiaires et pour déterminer l'amplification maximum, dans les systèmes comportant un équilibrage. L'impédance se réduit pratiquement à une résistance pure d'environ 600 ohms. La réactance étant pratiquement négligeable, on peut établir des circuits sélectifs sans étude spéciale de la ligne sur laquelle ils sont appelés à fonctionner.

L'effet, sur l'amplification, des irrégularités d'impédance sera examiné plus loin.

Les câbles. — Nous n'examinerons ici que la transmission sur des câbles de courte longueur constituant des sections dans les lignes aériennes, pour l'entrée dans les bureaux, le passage de rivières, etc. De tels câbles ont deux effets :

1° Ils produisent un affaiblissement important dans la transmission, surtout à ces fréquences élevées ;

2° Ils causent une irrégularité dans la courbe d'impédance, qui dans les systèmes exigeant un équilibrage pour l'exploitation en duplex, diminue d'une façon importante l'amplification que l'on peut obtenir à chaque répéteur.

Afin d'obvier à ces deux inconvénients, on a étudié un système de pupinisation.

Pupinisations pour circuits à courant porteur. — Les types de pupinisation mis au point pour les câbles compris dans un système à courant porteur, permettent la transmission de fréquences atteignant 30.000 périodes. Les bobines de charge sont espacées d'environ 1.000 pieds (313 mètres) et la self adoptée est telle qu'elle donne au câble la même impédance caractéristique que la ligne aérienne auquel il est relié.

De courtes longueurs de câble ne sont pas toujours pupinisées ; dans ce cas, on installe un auto-transformateur entre la ligne aérienne et le câble pour réduire les réflexions.

Transmission réversible par équilibrage des lignes. — Ainsi qu'il a été précédemment indiqué, la transmission dans les deux

sens peut être obtenue soit par l'emploi de fréquences différentes pour chaque sens, soit par des dispositifs équilibrés à chaque extrémité. Même quand on emploie des fréquences différentes pour la transmission en sens opposé, il est parfois utile d'équilibrer la ligne pour compléter l'action du circuit sélectif.

La communication de MM. Gerardi et Jewett a traité la question de l'équilibrage des lignes. Nous avons indiqué ci-dessus que l'équilibrage d'une ligne aérienne peut être obtenu par une résistance pure de 600 ohms. Cette même résistance équilibre également bien toutes les voies d'un système à courant porteur.

Dans les systèmes nécessitant un équilibrage de la ligne, cet équilibrage doit être réalisé, non seulement aux répéteurs, mais également aux extrémités, qui sont aussi des points d'amplification. La fig. 11 indique schématiquement un arrangement type de l'équilibrage de la ligne et des appareils placés avant le transformateur différentiel équilibré.

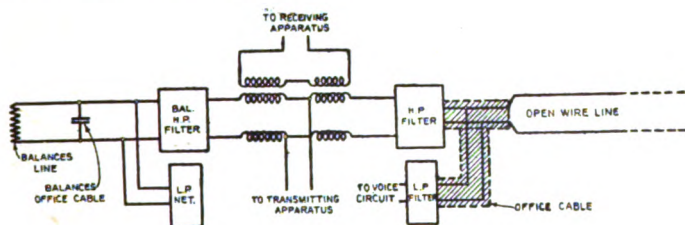


Fig. 11.

Induction entre circuits. Rotations. — L'emploi généralisé des systèmes à courant porteur dans une exploitation téléphonique, exige que l'on puisse faire exploiter un certain nombre de circuits voisins, placés sur les mêmes poteaux, sans induction mutuelle gênante, ce qui revient à dire que des circuits voisins doivent être parcourus par des courants de la même gamme de fréquences, en ne produisant qu'une induction négligeable entre les voies de différents systèmes à courants porteurs.

Le seul moyen d'éviter l'induction entre circuits parcourus par des courants de même fréquence, servant à la transmission dans les deux sens, est d'équilibrer les circuits l'un par rapport à

l'autre ; cet équilibre étant obtenu par des rotations de circuit, il s'en suit que le conducteur de retour s'impose, et que ces systèmes exigent des circuits bifilaires. Ces circuits bifilaires sont aussi à conseiller pour réduire l'induction dite « statique » et l'induction créée par les stations radio-télégraphiques utilisant des fréquences voisines du courant porteur.

Les rotations des circuits téléphoniques ordinaires ne suffisent généralement pas à donner un équilibre suffisant pour les fréquences supérieures des transmissions à courant porteur.

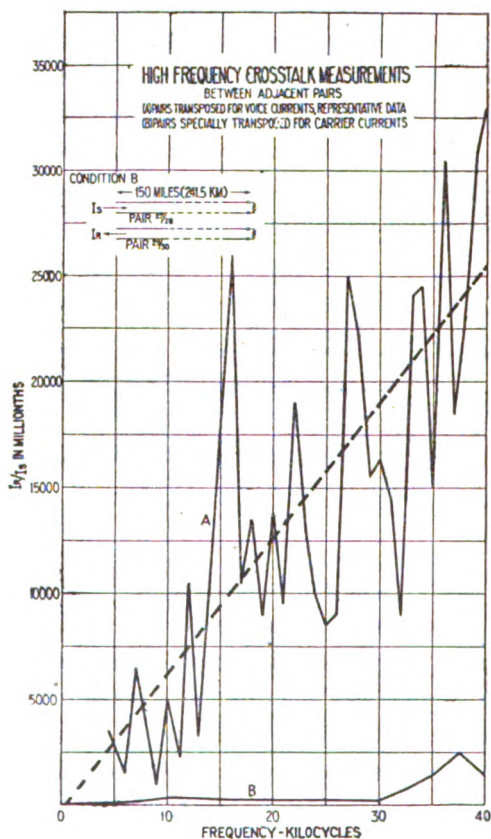


Fig. 12.

L'induction entre deux circuits voisins d'une même traverse est représentée ci-contre (fig. 12). La courbe A représente l'in-

duction, en fonction de la fréquence, sur un circuit téléphonique comportant les rotations normales. La courbe B montre quelle amélioration apporte l'augmentation des rotations jusqu'à 6 par mille (1.610 mètres). Ces circuits relient Toledo (Ohio) à South Bend (Indiana).

En se basant sur un grand nombre de mesures faites sur des circuits ayant des systèmes différents de rotations et sur des études théoriques, on peut dire que l'induction impose les réserves suivantes :

Si des systèmes porteurs employaient les mêmes fréquences pour la transmission dans les deux sens, il ne serait pas possible d'exploiter toutes les paires d'une artère par ce système, le nombre de rotations nécessaires devenant prohibitif. En fait, sur une artère ayant un très grand nombre de circuits, les rotations devraient être plus rapprochées que ne le sont les poteaux dans le type de construction actuellement standard. Il est toutefois possible de réduire l'induction, en adoptant des fréquences différentes pour la transmission dans les deux sens, et en réservant une gamme pour toutes les transmissions d'un même sens. Mais même avec ces précautions, il n'est pas certain qu'il serait possible d'utiliser toutes les paires d'une artère avec du courant porteur.

Le problème qui se pose en pratique se borne généralement à prévoir les rotations d'un nombre assez limité de circuits placés sur la même ligne de poteaux. Il en a été ainsi pour les deux circuits téléphoniques et le circuit télégraphique à courants porteurs qui sont voisins dans la section Harrisburgh-Pittsburg (320 kilomètres) de l'artère New-York-Chicago. Bien que ces circuits ne soient pas sur la même traverse, le fait qu'ils emploient les mêmes fréquences pour la transmission dans les deux sens, indiquent qu'il y avait lieu de craindre une induction très gênante.

Appareils de mesure. — La mise en état des lignes et leur entretien ont nécessité la création d'une technique et d'appareils de mesures spéciaux, tels que : oscillateur et pont à impédances pour hautes fréquences, circuits de détection, couples thermo-électriques, etc. . .

Le pont à impédance réalisé dans ce but, comprend 4 lampes à trois électrodes et donne un débit continu de 50 milliampères dans une ligne d'impédance moyenne. Les fréquences produites varient de 100 à 50.000 périodes par seconde, et n'exigent d'autres sources de courant que celles des bureaux téléphoniques.

Un pont portatif à haute fréquence peut être utilisé avec cet oscillateur. L'erreur relative des mesures faites avec cet appareil est de l'ordre de 2,5 pour mille.

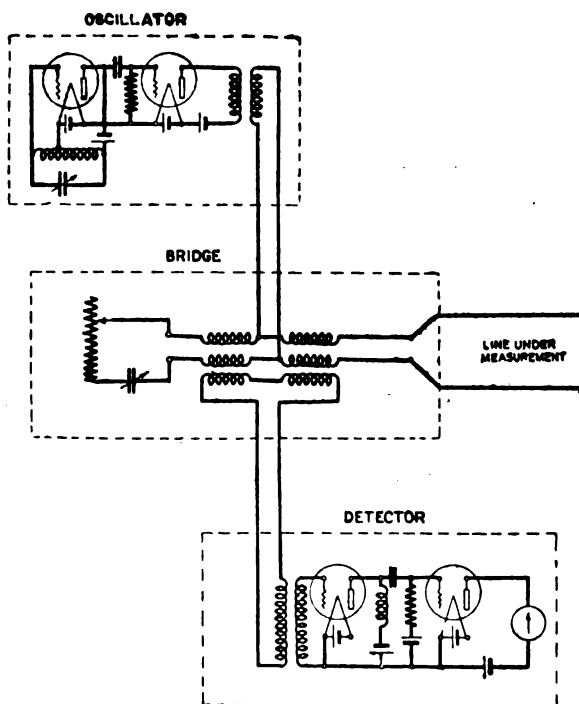


Fig. 13.

Un détecteur, adjoint au pont, comporte plusieurs lampes à 3 électrodes et permet la lecture soit sur un galvanomètre à courant continu, soit au son.

Les mesures d'affaiblissement ont été faites généralement par la méthode de l'ampèremètre à couple thermo-électrique associé à un oscillateur portatif. Cette méthode a permis de mesurer des

affaiblissements de la ligne ayant jusqu'à 250 milles de longueur (environ 400 kilomètres). Le courant envoyé sur la ligne est comparé au courant reçu. L'erreur relative obtenue est généralement de l'ordre de 1 0/0. Cette méthode permettant de mesurer des courants de 0,25 milliampère, on peut mesurer des affaiblissements dont le rapport des courants est de $\frac{1}{200}$, correspondant à une longueur de ligne équivalente à 50 milles de câble standard. Pour des lignes plus longues, on opère par la méthode de comparaison.

La fig. 13 donne le schéma de montage pour une mesure d'impédance faite avec l'oscillateur, le pont et le détecteur indiqués ci-dessus.

APPAREILLAGES ET INSTALLATIONS COMMERCIALES

Les pages qui vont suivre donnent la description des appareils qui ont été mis au point pour une exploitation commerciale, ainsi que celle des installations existantes du système BELL. Jusqu'à présent, 3 types différents de systèmes multiplex à courant porteur ont été utilisés commercialement, savoir :

1° Système téléphonique multiplex avec transmission du courant porteur.

2° Système téléphonique multiplex sans transmission du courant porteur.

3° Système télégraphique multiplex.

Un répéteur à lampes, amplifiant dans les deux sens, a également été créé et peut être employé avec l'un quelconque des 3 systèmes précédents.

SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES MULTIPLEX AVEC TRANSMISSION DU COURANT PORTEUR

Dans ce système, la lampe modulatrice M reçoit, à l'émission, les courants téléphoniques à basse fréquence ainsi que le courant porteur provenant d'un oscillateur à lampes. Un filtre à bandes

supprime les composantes modulatrices existant dans le circuit sortie du modulateur sauf une des bandes (soit la bande supérieure, soit la bande inférieure) et le courant porteur, qui sont transmis sur la ligne.

Des lignes artificielles équilibrent le circuit à courant porteur et le circuit à basse fréquence.

Les courants provenant de la ligne et qui comprennent, pour une voie déterminée, une bande et son porteur, passent à travers le transformateur spécial et après avoir été sélectionné par un filtre à bandes, arrivent au circuit de réception approprié. Après le passage dans un filtre, le courant est amplifié, puis démodulé en 2 étages successifs ; les fréquences de la parole, qui apparaissent alors dans le circuit de sortie, sont filtrées par un filtre à basse fréquence et reçues dans le circuit téléphonique, à travers un transformateur.

Les relais et le redresseur, employés pour l'appel, sont les mêmes que ceux indiqués précédemment.

Les appareils eux-mêmes sont montés sur des panneaux qui sont fixés à des bâtis de relais dans les bureaux centraux. Les lampes avec leurs bobines et leurs principaux organes accessoires, appartenant à une même voie (transmission ou réception) sont groupés sur un panneau. Les lampes du circuit oscillant et les lampes modulatrices, le bouton de commande du condensateur variable servant à régler la fréquence de l'oscillateur, ainsi que les potentiomètres, réglant l'admission au modulateur du courant porteur et des courants microphoniques, les jacks permettant de se brancher, pour les essais, en différents points du circuit sont montés au sommet du panneau. A la partie inférieure du panneau on trouve les 3 lampes du circuit de réception, le potentiomètre réglant l'admission du courant de ligne au détecteur, le potentiomètre du circuit de chauffage, une lampe d'appel et une clé. Les autres organes sont montés à l'arrière du panneau et sont normalement protégés par des couvercles métalliques.

Tous les panneaux identiques qui peuvent exister dans une même installation sont groupés les uns à côté des autres. Les appareils accessoires de l'installation sont également montés sur panneau.

Le circuit du répéteur réversible, utilisable avec l'un quelconque des systèmes à courant porteur, a été précédemment décrit. Il comprend un amplificateur à deux étages, pour chaque direction, avec les transformateurs et filtres nécessaires. Les lignes artificielles d'équilibre sont placées à proximité sur des étagères. Un panneau d'essai est également compris dans l'installation à raison d'un panneau par groupe de 4 répéteurs.

A titre d'exemple d'une installation de ce genre, nous citerons le réseau Harrisburg-Détroit qui doit assurer des communications téléphoniques entre Détroit et New-York.

La ligne à courant porteur s'étend de Détroit à Harrisburg ; de Harrisburg, les 3 voies à courant porteur sont prolongées jusqu'à New-York par des circuits en câble, du système à 4 fils (1). Les 3 stations des répéteurs sont situées à Maumée, Beaver Dam, Pittsburg. Entre Harrisburg et Détroit, il existe un circuit aérien qui est pourvu des filtres nécessaires afin de servir de secours en cas de besoin. Il pourra être également utilisé comme circuit à courant porteur pour une deuxième installation.

Le circuit à courant porteur emprunte successivement, entre Harrisburg et Détroit, 2 circuits métalliques différents. Le premier est un circuit téléphonique New-York-Chicago, que le circuit à haute fréquence suit dans la section Harrisburg Beaver Dam, et qui bifurque en ce dernier point vers Chicago. Entre Beaver Dam et Détroit, le système à courant porteur emprunte un autre circuit téléphonique qui s'étend de Détroit à Phoneton.

La séparation, à chacune des stations intermédiaires, des voies à haute fréquence de la voie téléphonique ordinaire, permet de les considérer séparément tant au point de vue exploitation qu'au point de vue entretien. Ainsi à Pittsburg il y a un répéteur pour les courants à haute fréquence et un répéteur pour le circuit téléphonique ordinaire, alors qu'à Beaver Dam et à Mau-

(1) Dans les circuits à 4 fils, 2 fils servent pour la transmission dans un sens et les deux autres fils servent pour la transmission dans le sens opposé, la voix choisissant automatiquement la paire de fils correspondant à son sens de transmission. Voir, à ce sujet, la communication de Gerardi et Jewett déjà citée.

mée, il n'y a de répéteur que pour les voies à courant porteur.

SYSTÈME TÉLÉPHONIQUE MULTIPLEX SANS TRANSMISSION
DU COURANT PORTEUR

Ce deuxième système repose sur les principes indiqués précédemment. Il est plus complexe que le système que nous venons de décrire et exige plus d'appareillages auxiliaires communs à toutes les voies. Le schéma fig. 14 indique les appareils d'une extrémité de la ligne pour une voie à courant porteur (réception et transmission).

Les circuits téléphoniques sont marqués en traits renforcés et les circuits accessoires (alimentation et appel) en traits légers.

Le système indiqué ici utilise la même fréquence de courant porteur pour les deux sens de transmission. C'est pourquoi le générateur d'harmoniques alimente le modulateur M ainsi que le démodulateur D M à travers le même circuit sélectif et l'amplificateur d'harmoniques.

Le générateur d'harmoniques reçoit la fréquence fondamentale de l'oscillateur qui non seulement produit les harmoniques, mais alimente également la ligne en courant à la fréquence fondamentale.

Dans le circuit de transmission, on remarquera que, en plus du modulateur différentiel M il existe un amplificateur T A qui amplifie le courant de la bande utilisée. Le filtre pour hautes fréquences placé entre le modulateur M et l'amplificateur T A empêche la surcharge de ce dernier par les courants sortant du modulateur. Le démodulateur D M empêche le retour sur la ligne du courant porteur produit par la source locale. Les appareils générateurs de courant porteur, y compris le générateur d'harmoniques, indiqués sur le schéma sont placés à la station principale. A l'autre extrémité de la ligne, le montage est modifié afin d'amplifier la fréquence fondamentale reçue de la ligne et alimentant un générateur d'harmoniques, qui à son tour fournit après amplification les différentes fréquences aux modulateurs et démodulateurs de chaque voie.

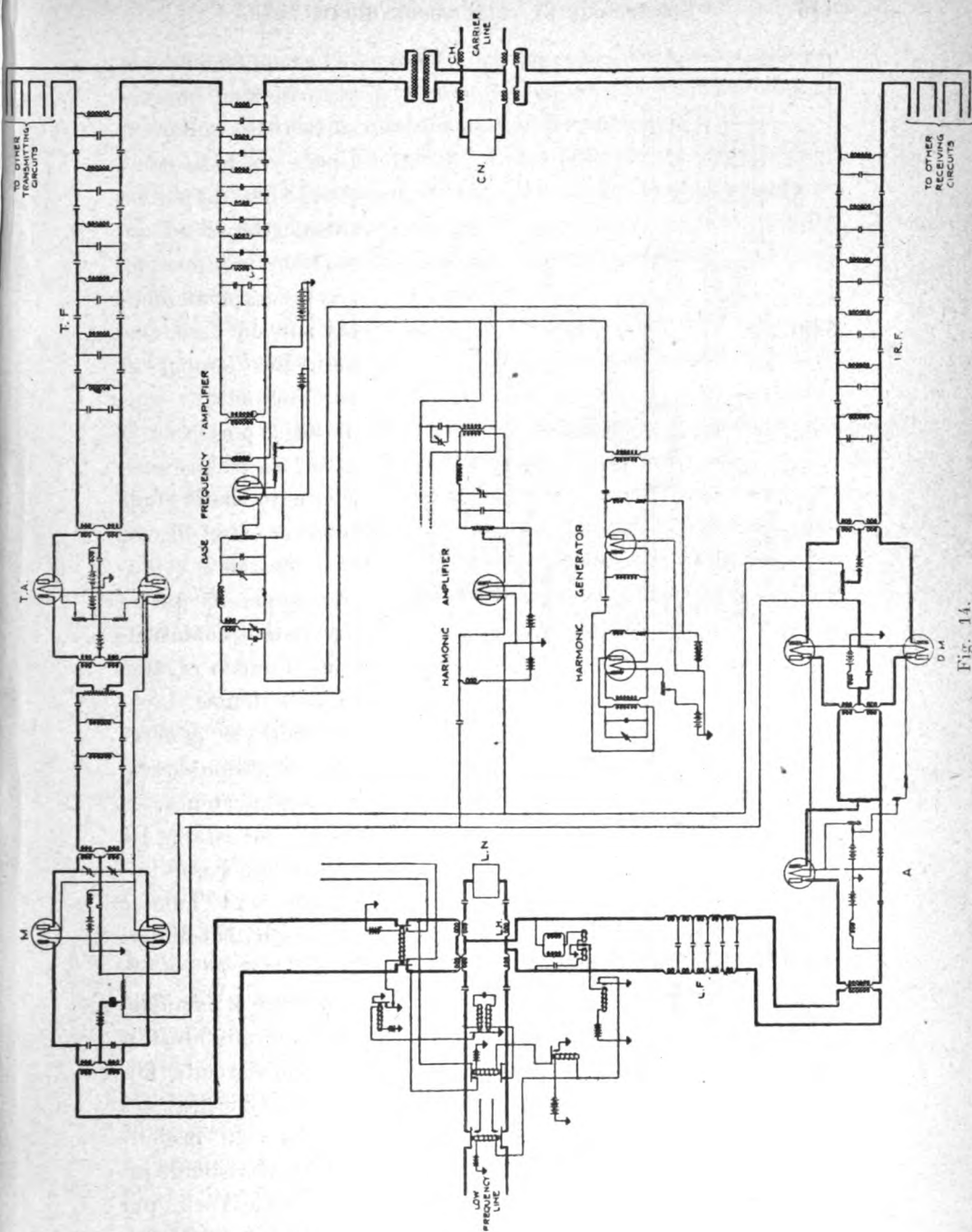


Fig. 14.

D 14

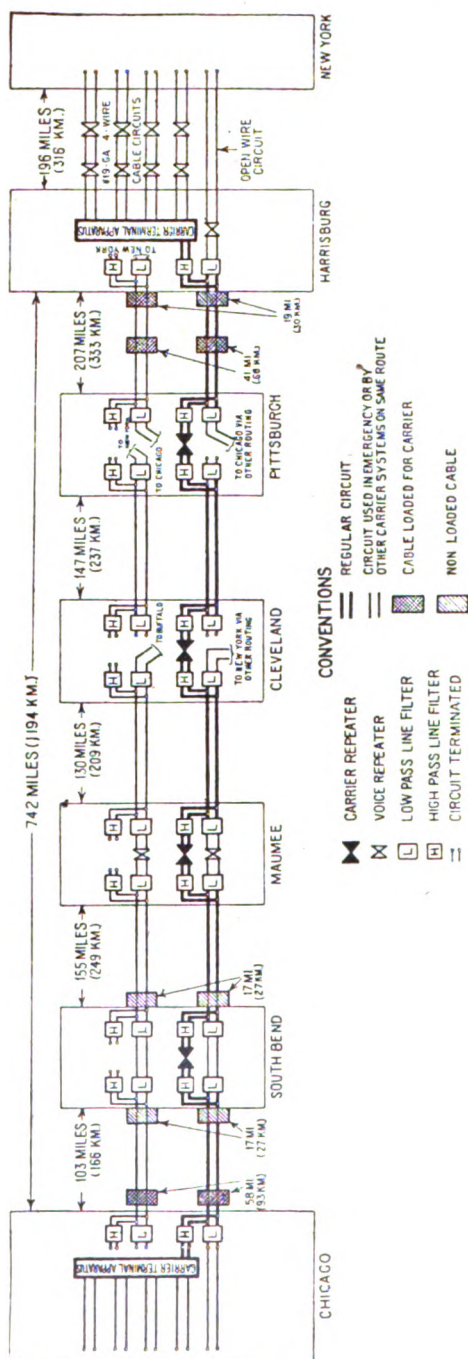


Fig. 15.

Les appareils de ce système sont montés sur des bâtis unitaires. Un de ces bâtis comporte les appareils transmetteurs d'une voie dont les appareils récepteurs sont montés sur un deuxième bâti. Les lampes et potentiomètres sont placés à portée de la main, la partie inférieure des bâtis étant réservée aux filtres, condensateurs et autres appareils qui ne nécessitent habituellement aucun réglage ni surveillance. L'oscillateur, le générateur d'harmoniques, les amplificateurs, les appareils d'essai et les appareils à basse fréquence sont montés sur des bâtis semblables.

A titre d'exemple, nous citerons l'installation des circuits Harrisburg-Chicago; ces circuits sont prolongés de Harrisburgs jusqu'à New-York, par des circuits télépho-

niques ordinaires, pour établir des liaisons New-York-Chicago. Ce réseau est quelque peu plus long que le réseau Harrisburg-Détroit et comprend quatre stations de répéteurs.

La fig. 15 donne un schéma d'ensemble de ce circuit. Afin d'éviter toute interruption du service en cas d'avaries survenant à la ligne, une deuxième paire de fils est préparée pour fonctionner avec ce système à courant porteur et est équipée avec les filtres nécessaires.

L'installation de chacune de ces stations est semblable à celles du circuit Harrisburg-Détroit. Mais, dans ce cas, la fréquence de l'onde porteuse étant la même pour les deux sens de transmission, il a fallu un équilibrage plus parfait des lignes artificielles et des circuits d'une impédance plus régulière.

Dans la section Harrisburg-Pittsburg, cette ligne emprunte les mêmes poteaux que le circuit Harrisburg-Détroit dont nous avons parlé ; un circuit télégraphique multiplex à courant porteur suit également ce même tracé. Le voisinage de ces 3 circuits a nécessité, dans cette section, un mode particulier de transpositions.

Les appareils de la station de Chicago sont groupés comme représenté sur la fig. 15, le panneau du centre étant le panneau d'essai servant à vérifier les lignes et les appareils.

Système Télégraphique à courant porteur.

Le principe d'une voie télégraphique à courant porteur a été donné précédemment. Le fonctionnement de la partie à haute fréquence est analogue à celui du système téléphonique correspondant. On peut ajouter toutefois que la séparation par des circuits accordés, entre les voies transmettrices et réceptrices, qui sont à des fréquences différentes, est complétée par l'adjonction de lignes artificielles d'équilibre, comme dans le premier système téléphonique décrit ci-dessus. La manipulation d'une clé commande le relais d'émission du système à courant porteur, qui à son tour imprime les signaux sur le courant porteur. A la réception, un relais polarisé très sensible actionné par le courant

redressé, envoie les signaux habituels à courant continu vers le poste d'abonné.

Les appareils pour une voie télégraphique duplex sont montés sur un bâti. Les lampes, les appareils de mesure, les parleurs (ou

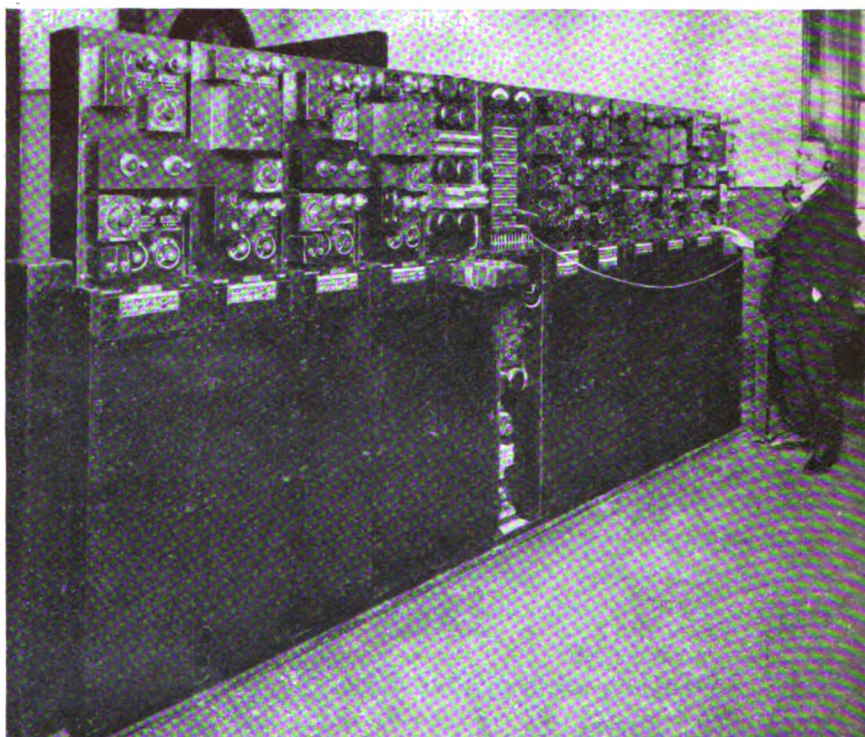


Fig. 16.

sounders) et la clé de surveillance, les interrupteurs de la ligne d'abonné sont portés par le panneau avant du bâti, monté sur charnières. Les circuits d'accord, les condensateurs variables sont placés en dessous. Tout au bas du bâti, se trouve une boîte cylindrique contenant le relais polarisé du circuit de réception.

Un système télégraphique à 10 voies fonctionne entre Harrisburg et Chicago avec prolongements jusqu'à New-York sur des circuits métalliques.

État actuel de la question. — Un des résultats les plus importants obtenus par les études que nous venons de décrire est qu'elles ont permis une réalisation pratique devant servir de base pour l'étude technique d'installations analogues et qu'elles ont montré que ces circuits peuvent être exploités comme des circuits téléphoniques ordinaires avec répéteurs. Les caractéristiques de la ligne et des appareils sont la base de l'étude de l'ensemble au point de vue transmission. Avant l'installation du système à courant porteur, il y a généralement lieu de modifier les lignes ; ce travail préparatoire consiste habituellement dans la pupinisation des circuits en câble et la transposition des sections aériennes. Dans les bureaux, les appareils sont installés d'une façon analogue à ceux des circuits téléphoniques ordinaires, avec toutefois certaines dispositions pour réduire au minimum la longueur du câblage des circuits à haute fréquence, et éviter l'induction (crosstalk) entre fils réunissant les différents éléments de l'installation. La batterie à 24 volts et la batterie télégraphique à 120 volts fournissent ordinairement le courant nécessaire aux lampes à 3 électrodes.

La qualité de la transmission obtenue sur les circuits à courant porteur, tant téléphoniques que télégraphiques, est en général, égale à celle adoptée pour les circuits à grande distance du réseau Bell. Les sons transmis ont une intensité suffisante pour permettre le prolongement à chaque extrémité de la ligne à courant porteur par des circuits ordinaires, avec une conservation du timbre et une intelligibilité très satisfaisantes.

Les voies téléphoniques à courant porteur aboutissent sur les tables interurbaines, à la façon ordinaire, comme par exemple à New-York et Chicago pour le circuit Harrisburg-Chicago que nous avons décrit ; les dicordes normaux servent à connecter ces voies à d'autres circuits à grande distance. Rien ne distingue, pour les opératrices, ces circuits des autres circuits équipés avec répéteurs. L'opératrice sonne comme d'habitude, et l'appel est automatiquement relayé sur la voie à courant porteur, de sorte que chaque voie à courant porteur est pourvue de bout en bout de sa voie propre pour l'appel. La réalisation de ces détails

opératoires a été d'une grande importance pour l'exploitation commerciale des systèmes téléphoniques à courant porteur.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, les systèmes télégraphiques ou téléphoniques, sont établis de façon à pouvoir venir s'adjoindre à une installation existante, un ensemble de relais réalisant la jonction automatique entre les voies à hautes fréquences et les circuits normaux, que ce soit une ligne d'abonné ou une ligne à grande distance. Dans le réseau Bell, les circuits télégraphiques à courant porteur sont loués à des particuliers comme le sont la plupart des circuits télégraphiques ordinaires appropriés sur le téléphone (1). Ce genre de service exige particulièrement une bonne qualité de transmission et aucune interruption. Le système à courant porteur a largement répondu à ces besoins.

Au début de cette communication, nous avons indiqué que, pour répondre aux exigences d'un service public, les appareils à courant porteur sont d'un coût élevé. La technique de cette branche de la science téléphonique est si fascinante que l'on perd facilement de vue le côté prix, mais pour l'ingénieur, il reprend toute son importance, car la valeur pratique d'une invention est nulle, si elle ne permet d'arriver aux mêmes résultats, ou à des résultats meilleurs, avec la même dépense que le système existant. Les systèmes téléphoniques à courant porteur, du moins dans l'état actuel de la science, ne sont économiquement possibles, dans un service public, que pour des distances relativement grandes. Toutefois, chaque cas particulier nécessite un examen des conditions spéciales ; dans certains cas par exemple, l'impossibilité d'obtenir des circuits supplémentaires sur un tracé déterminé, justifie l'installation de ces appareils, malgré leur prix. Le système télégraphique ne se justifie également que pour de grandes distances, bien qu'il soit parfois possible de le conseiller pour des distances plus courtes que celles qui sont admissibles pour un système téléphonique à courant porteur.

(1) En général, les circuits téléphoniques de l'American Telephone and Telegraph Co, sont appropriés au télégraphe et ces circuits loués à des particuliers (banques, commerçants, administration etc...) qui désirent posséder des communications directes.

Les auteurs désirent indiquer que, pour cette communication, ils ont largement utilisé les travaux des ingénieurs travaillant sous la direction de M. J. J. Carty, vice-président de « l'American Telephone et Telegraph Co » et de M. F. B. Jewett, ingénieur en chef de la « Western Electric Co ». Ils tiennent à remercier tout particulièrement MM. R. V. L. Hartley et Lloyd Espenchied qui, en plus de leurs travaux importants sur cette question, ont contribué à la préparation de cette communication (1).

BIBLIOGRAPHIE

de 1867 à 1921.

1867-1900.

- GRAY Elisha. Experimental Researches in Electroharmonic Telegraphy and Telephony, 1867-1879. *Library United Engineering Soc.*
 Researches in Electric Telephony. Delivered before the Society of telegraph Engineers, 31 octobre 1877.
 Official Copies of the Patents and the application for patents of Elisha Gray, relating to Harmonic Telegraphy, 1879.
 PRESCOTT Geo. B. Electricity and the Electric Telegraph, 1882.
 LEBLANC M. Le Téléphone Multiplex. *La lumière électrique*, p. 97, 17 avril 1886.
 MERCADIER E. Multiplex Telegraph System, exposed at the Exposition of Chicago, 1893.
 ROBERSON. Quadruplex telegraph. *Electr., Eng.*, p. 310, 30 septembre 1897.
 MAVER Wm. American Telegraphy ; Sytems, Apparatus and Operation, 1898, p. 344.
 GRAY Elisha. Natures Miracles, 1900.
 MERCADIER E. Sur la Télégraphie Multiplex. *Comptes rendus*, p. 770, 19 mars 1900.
 MERCADIER E. Telegraph Harmonic. *Electricien*, p. 354, 6 juin 1900.
 MERCADIER E. Telegraph Multiple reversible ou Multiplex. *Le Génie civil*, p. 114, 16 juin 1900.

1901-1912

- GILTAY J. W. Vorschlag zu einer neuen einfachen Methode der Vielfachtelegraphie *E. T. Z.*, p. 99, 31 janvier 1901.
 MERCADIER E. The Mercadier Telegraph. *Engineering*, p. 821, 28 juin 1901.

(1) Les clichés pour cet article ayant été obligeamment prêtés par « The Electrician » de Londres, nous tenons à adresser au Directeur de cette Revue nos sincères remerciements.

- MERCADIER E. Sur l'emploi simultané de la Télégraphie Multiplex et de la Télégraphie ordinaire dans le même circuit. *Comptes rendus*, p. 472, 16 septembre, 1901.
- ANIZAN J. Mercadier's Multiplex Telegraph. *Journ. Telegraph.*, v. 26, pp. 73-77, avril ; pp. 121-126, juin et pp. 145-149, juillet, 1902.
- ANIZAN J. Mercadier's Multiplex Telegraph, *Sci. Abs.*, p. 188, 1903.
- PUPIN M. Pupin's Application of Resonance to Multiplex Telegraph. *W. Elec.*, p. 129, 18 août 1906.
- MAIOR A. Ueber Mehrfach-Fernsprechen. *E. T. Z.*, p. 484, 9 mai 1907.
- GROTH Arthur. Telegraphic Systems, 1908.
- MERCADIER E. Sur une application de la superposition sans confusion des petites oscillations électriques dans un même circuit. *Bull. Académie des Sciences*, p. 349. Séance du 10 août 1908.
- MAIOR A. Ueber Wechselstrom-Telephonie. *E. T. Z.*, p. 1119, 19 nov. 1908.
- The Bell Telephone. Deposition of Alexander Graham Bell, 1908.
- RUHMER E. Wireless Telephony in Theory and Practice, translated by James Erskine-Murray. London, Lockwood, 1908, p. 194.
- STRECKER K. Internationale Zusammenkunft der Telegraphentechniker in Budapest, 1908. *E. T. Z.*, p. 126, 2 fév. 1909.
- WEINBERG F. Wechselstrom als Trager von Telephonstromen. *E. T. Z.*, p. 160, 18 février 1909.
- MAIOR A. Zur Mehrfachtelephonie. *E. T. Z.*, p. 902, 23 septembre 1909.
- GATI Bela. Wechselstrom als Trager von Telephonstromen. *E. T. Z.*, p. 926, 30 septembre 1909.
- MAIOR A. Multiplex Telephony. *Electric. W.*, p. 1058, 28 octobre 1909.
- MERCADIER E. Mercadier's System of Telegraphy. *Elec.*, p. 392, 17 décembre 1909.
- SQUIER G. O. Wired Wireless for Military Purposes. *Elec. Rev.*, p. 97, 14 janvier 1911.
- SQUIER G. O. A System of multiplex Telephony. *El. Rev. and W. Elec.*, v. 50, p. 97, 14 janvier 1911.
- PERRY Frank L. Wired Wireless. *Elec. Rev.*, p. 97, 14 janvier 1911.
- MERCADIER E. Report of Society of Telegraphs Multiplex on Mercadier Apparatus and New Mode of Telegraph Working, 1911.
- Report of the Institut de France on Prize Competitions of the year 1910, 1911.
- RUHMER Ernst. Ueber Vielfachtelephonie. *Zeits. für Schwachstromtechnik*, part. 4, p. 89, février 1911.
- Nouveau mode d'exploitation Telegraphique Systems Multiplex Mercadier-Magunna, février 1911.
- MAGUNNA H. Mercadier-Magunna Multiplex System. *La Lumière Electrique*, II, mars 1911.
- RUHMER E. Researches on Multiplex Telephony. *Western Elec.*, p. 995, 31 mars 1911.
- MAIOR A. Multiplex Telephony. *Electricien*, p. 65, 21 avril 1911.
- SQUIER G. O. Multiplex Telephony and Telegraphy [by Means of Electric Waves guided by Wires. *A. I. E. E.*, pp. 857-905, mai 1911 ; U. S. Army Signal Corps Professional Paper, 1911.
- RUHMER E. Multiplex Telephony. *Elec. R. and W. Elec.*, p. 28, 1^{er} juillet 1911.

- RUHMER E. Ruhmer's Multiplex Telephony. *Tech. World Mag.*, septembre 1911.
- Discussion of G. O. Squier's paper delivered in Mai 1911. *Proc. A. I. E. E.*, pp. 2407-2422, novembre 1911.
- SQUIER G. O. Tests Between Signal Corps War Lab. and Bureau of Standards *Elect. W.*, p. 291, 10 février 1912.
- SQUIER G. O. Some Experiments in Wired-Wireless Telegraphy for field Lines of information for military Purposes. *Jl. Franklin Inst.*, p. 333, avril 1912.
- SQUIER G. O. Wired Wireless for military Purposes. *Eng. Mag.*, p. 615, juillet 1912.
- STONE J. S. Pratical Aspects of the Propagation of High Frequency Electric Waves along Wires, *Jl. Franklin Inst.*, p. 353, octobre 1912.

1913-1921.

- MAIOR A. Use of High Frequency Alternating Current in Telegraphy, Telephony and for Power Transmission. *Elec.*, p. 734, 6 février 1914.
- Increasing the Traffic Capacity of Telegraph Lines by Acoustic Tuning. *Electr. Rev.*, London, 25 février 1916.
- CAHEN L. Duplexing in the Squier System of Telegraphy. *Elect.*, 10 novembre 1916.
- Multiplex Telephony Successfully Accomplished in Long Listance Service. *El. Rev. Chi.*, v. 73, p. 971, 21 décembre 1918.
- New Multiplex System of Telegraphy. *El. W.*, v. 73, p. 41, 4 janvier 1919.
- Modus Operandi of Multiplex Telegraphy. *Electr. Rev.*, vol. 74, n° 2, p. 49, 11 janvier 1919.
- JEWETT F. B. Multiplex Telephony and Telegraphy. *Tel. et Tel. Age*, p. 45, 16 janvier 1919.
- JEWETT F. B. Multiplex Telephony and Telegraphy. *Tel. Eng.*, v. 21, p. 53, février 1919.
- GHERARDI B. Multiplex Telephone Transmission. *Telephony*, p. 18, février 1919.
- WAGNER K. W. Multiplex Telegraphy by means of High Frequency Alternating Current. *Telegraphen u. Fernsprech Technik*, vol. 8, n° 3, p. 29, juin 1919.
- MAUBORGNE J. O. High Frequency Current on Wires. *Jl. Franklin Inst.*, p. 91, juillet 1919. *Physical Rev.*, p. 452, novembre 1919.
- SQUIER G. O. High Frequency Signals over Telegraph Wires. *Tel. et Tel. Age*, p. 364, 1^{er} août 1919.
- SQUIER G. O. Multiplex Telephony in Canada. *Tel. et Tel. Age*, p. 369, 1^{er} août 1919.
- WAGNER K. W. Multiplex Telegraphy and Telephony. *E. T. Z.*, p. 383, 7 août; p. 394, 14 août 1919, *El. W.*, 7 février 1920.
- FASSBENDER H. et HABANN E. High Frequency and Telephony on Wires *Jahrb. d. drahtl. Tel.*, p. 451, octobre 1919.
- FASSBENDER H. et HABANN E. Carrier Wave Telegraphy and Telephony. *Jahrb. d. drahtl. Tel.*, octobre 1919.
- FASSBENDER H. et HABANN E. High Frequency, Telegraphy and Telephony over Lines. *Jahrb. d. drahtl. Tel.*, février 1920.

- FASSBENDER H. et HABANN E. Adaptability of Aerial and Cabled Telephone Lines for Carrier Wave Multiplex. *Jahrb. d. drahtl. Tel.* mai 1920.
- SCHOLZ F. W. European Telephony Practice. Multiplex Telephony et Telegraphy. *Tel. Eng.*, p. 14, mai 1920.
- SQUIER G. O. Multiplex Telephony and Telegraphy over open Circuit Bare Wires Laid in the Earth or sea. *Jl. Franklin Inst.*, p. 693, juin 1920.
- MARUMO N. Simultaneous Transmission and Reception in Radio Telephony. *I. R. E.*, v. 8, p. 199, juin 1920.
- Interplant Telephone Communication Established Over High Tension Wires, *El. W.*, v. 76, p. 141, 17 juillet 1920.
- ARCO, Count, Conductor-Directed Radio Telephony. *E. T. Z.* 7 oct., 1920.
- WAGNER K. W. Experience in the Operation of High Frequency Multiplex Telephony and Telegraphy. *E. T. Z.* p. 706, 9 septembre 1920 ; *Abs. Elez. W.*, 7 février, 13 novembre 1920.
- WAGNER K. W. Multiplex Telephony and Telegraphy Using High Frequency Currents. *Radio Rev.*, v. 1, p. 715, novembre 1920.
- DUNCAN R. D. Recent Attainments in Wired Radio. *Jl. Franklin Inst.*, v. 191, p. 23, janvier 1921.
- SQUIER G. O. Letter to the Editor. *Electricien*, p. 716, 17 décembre 1920.
- LATOUR M. A question of Nomenclature Wire Radio. Letter to the Editor. *Electrician*, p. 56, 7 janvier 1921.

Dans la première partie de cet article, parue dans le dernier numéro des *Annales*, quelques erreurs typographiques se sont glissées. Elles doivent être rectifiées comme il suit :

P. 228, 12^e ligne, lire : Similitude avec les progrès Radio-*Electriques*. — P. 290, 20^e ligne, lire : Recherches *effectuées* par les Ingénieurs du Réseau Bell. — P. 294, 7^e ligne, supprimer : *et* (après *voie*). — P. 300, 10^e ligne, lire : ... les courants des deux fréquences égaux, *l'un* à la somme des fréquences, ... — P. 300, 16^e ligne, lire : à la lampe démodulatrice. — P. 300, 31^e ligne, lire : résulte *également* de l'action combinée.

PRINCIPES GÉNÉRAUX D'ADMINISTRATION⁽¹⁾

Par J. WILBOIS,

Directeur de l'École Nouvelle d'Administration et d'Affaires.

(*Suite et fin.*) (2)

L'ADMINISTRATION AU CONTACT DES HOMMES.

La seconde partie de l'administration se fait « sur le tas », dans le mouvement des marchandises et le grouillement des employés ; c'est une action où le temps est un élément essentiel, car il ne faut pas laisser passer, fût-ce de quelques minutes, l'occasion qui s'offre de réparer un accident de machine ou de sanctionner une faute ; enfin, si cette exécution suppose de l'intelligence, elle exige encore plus de caractère. Cette partie de l'Administration comprend la Sélection et l'Éducation du personnel, le Commandement et la Coordination.

Quelques mots de commentaire.

1° D'abord sur la *sélection* du personnel. Si standardisées, si mécanisées parfois que soient les entreprises modernes, n'importe quel homme ne peut remplir n'importe quelle fonction, comme une fiche qui boucherait un trou ; négliger l'adaptation de la fonction et du fonctionnaire, c'est se condamner à un rendement supérieur ou inférieur à la moyenne, mais toujours éloigné du rendement maximum.

La sélection peut être faite suivant les capacités acquises ou suivant les aptitudes natives. — Suivant les capacités acquises. On a besoin d'une dactylographe faisant au moins 50 mots à la minute ; il s'en présente une, qui exerce le métier depuis plusieurs années et fait deux ou trois mots de plus qu'on ne demande : on pourrait l'embaucher. — Suivant les aptitudes natives. Une autre dactylo offre ses services : c'est une débutante, qui est loin d'atteindre, aujourd'hui du moins, le minimum prescrit ; mais un examen plus subtil, dont nous indiquerons tout à l'heure les principes, a prouvé qu'elle avait en elle de quoi faire, avec un peu d'exercice, 70 ou 80 mots, ce que ne fera jamais son aînée : n'est-ce pas elle qu'il faudrait retenir de préférence ?

Jusqu'ici, du moins en France, ceux qui se donnaient la peine de choisir leurs employés ne se servaient que de la première méthode. Une administration scientifique doit de plus en plus utiliser la seconde.

(1) Conférence faite le 8 janvier 1921 à l'École supérieure des Postes et Télégraphes.

(2) Voir le n° 2, 1921 des *Annales des P. T. T.*, page 271.

C'est que les employés du premier type, s'ils rendent des services immédiats, sont bien souvent incapables de progrès : en tous cas, on n'a aucun critérium pour savoir s'ils progresseront ou non. En n'acceptant, au contraire que les employés de l'autre espèce, on est sûr de tirer de la nature humaine toutes les virtualités qu'elle renferme, — pourvu qu'on se donne la peine de les exprimer.

2° C'est cette peine qui constitue l'éducation.

Certes, il y a une éducation antérieure à l'entrée dans la carrière ; on la reçoit chez ses parents, puis à l'école primaire, puis à l'école technique ; mais aujourd'hui, la plupart des entreprises sont si spécialisées qu'une école ne peut donner qu'une initiative : au patron à la compléter sur place.

Le complément qu'il doit donner à ses collaborateurs nouveaux, et même anciens, est multiple.

C'est évidemment, avant tout, une éducation technique.

C'est ensuite une éducation générale, car un employé qui n'a à faire qu'une besogne restreinte, la fera avec d'autant plus d'intelligence, par suite avec d'autant plus d'ardeur, qu'il comprendra mieux l'édifice dont sa cellule fait partie.

Enfin, qu'il s'agisse de culture professionnelle ou de culture étendue, il ne suffit pas de faire l'éducation de chaque individu comme tel, il faut encore élever l'ensemble de tout le personnel, de façon que les subordonnés entrent dans l'esprit du chef et le chef dans l'esprit des subordonnés ; s'il est nécessaire d'adapter l'homme à l'outil, il l'est encore plus d'adapter l'homme à l'homme : il n'est d'éducation parfaite que des groupes.

3° Mais l'harmonie préétablie par la sélection et l'éducation n'est pas immuable. L'entreprise a des sursauts imprévus. Accidents comme un incendie. Malentendus parfois inévitables qui conduisent à une grève. En tout temps, même une bonne direction doit mener la maison vers des fins sans cesse renouvelées. Elle crée. Aussi les subordonnés ne la comprennent-ils pas toujours. Des étages inférieurs, ils ne voient pas la perspective des sommets. Dès lors il faut, pour les animer, une autorité qui s'impose simplement parce qu'elle est l'autorité, et eux doivent avoir donné d'avance un blanc seing à son « je veux ». L'obéissance réfléchie ou consentie qu'ont prônée récemment quelques théoriciens est une absurdité, parce que le chef qui serait toujours compris aurait des vues trop terre à terre pour être digne d'être un chef. Cette apparente mystique est seule conforme à la nature des choses.

Ce n'est pas à dire que l'autorité doive être arbitraire. Si elle l'était, une seule fois, elle perdrait tout prestige à jamais. Il lui faut, au con-

traire, être singulièrement scrupuleuse des réalités techniques, économiques ou psychologiques, songer toujours à l'élévation matérielle et morale de ceux qu'elle traite un peu rudement peut-être, et, pour tout dire, avoir quelque chose de l'amour. Il est bien plus facile d'obéir que de commander.

C'est pourquoi une doctrine administrative doit faire une large place à la technique du *commandement*. C'est la connaissance du milieu où l'ordre va tomber. Ce sont des modifications à l'ordre projeté quand le milieu ne semble pas prêt à le recevoir et que pourtant on doit ordonner tout de suite. C'est la préparation des choses et des hommes, quand ils ne sont pas prêts et que l'ordre peut attendre. Ces préambules accomplis, c'est la décision. Après quoi c'est la rédaction des ordres. Et enfin, c'est leur transmission.

Encore le commandement joue-t-il un plus grand rôle en régime fayolien, où bien des décisions sont laissées à l'initiative des chefs intermédiaires, qu'en régime taylorien où tout a été si rigoureusement prévu.

4° Mais, même en régime fayolien, le commandement ne suffit pas. Les rapports entre les hommes ne sont pas seulement de chef à subordonné ; les volontés ne tombent pas nécessairement en cascade. Il est bien des cas où le subordonné doit agir, non en suivant les instructions d'en haut (elles n'auraient pas le temps de venir), mais en prenant conscience des actions des voisins (on les connaît immédiatement). La liaison verticale fait place à la liaison latérale. Le commandement se complète par la *coordination*.

A vrai dire, en régime taylorien, la coordination se fait presque toute seule à cause de l'indépendance journalière des fonctions qui ne souffre pas de cloisons étanches : ici tout est coordonné presque par définition. — Mais en régime fayolien, les unités sont des hommes et non des fonctions. La coordination devient un problème. On le résout par des procédés comme le programme d'action, les rapports journaliers, les conférences hebdomadaires, les passerelles.

La sélection, puis l'éducation, enfin, suivant les régimes, le commandement complété par la coordination ou une coordination permanente appelant un commandement exceptionnel, voilà, à peu près dans l'ordre chronologique, les fonctions par lesquelles un chef prend contact avec son personnel. Ces fonctions ont-elles donné lieu, comme la prévoyance, l'organisation et le contrôle, à des études vraiment scientifiques ? Pas tout à fait. Il est plus facile d'organiser infailliblement que d'élever à coup sûr. Nous sommes ici dans l'ordre humain où tout se nuance d'imprévu. La science régnait tout à l'heure, ici l'art a plus de place. Néanmoins, l'art administratif doit s'appuyer, autant qu'il

est possible, sur une science administrative. De cette science, nous allons donner un aperçu, comme nous l'avons fait au précédent article, *dans un seul cas*, un double cas que nous choisissons parce qu'il est le moins connu, *celui de la sélection et de l'éducation*.

La *sélection* exige deux procédés, suivant qu'il s'agit d'un personnel inférieur destiné à des besognes spécialisées et monotones, ou du personnel supérieur dont le champ d'action est plus vaste et qui doit souvent inventer.

1^{er} Cas. Sélection du personnel inférieur.

La méthode — elle est appliquée en France dans quelques « Chambres de métiers », Bordeaux, Strasbourg, et étudiée par quelques isolés, Amar, Lahy, — s'établit en trois phases :

a) *Décomposer en actions élémentaires* les opérations que l'employé aura à faire, et *noter les aptitudes correspondantes*.

b) *Imaginer un test* possédant deux qualités : d'abord être *simple*, ensuite *correspondre* tant bien que mal aux aptitudes exigées par une de ces actions élémentaires.

e) *S'assurer que cette correspondance est rigoureuse*, donc que le test est légitime en testant un certain nombre de sujets connus, des sujets d'élite, des sujets moyens, des sujets détestables, et en vérifiant que, devant le test choisi les premiers réagissent très bien, les deuxièmes médiocrement, les derniers très mal.

Cela fait, les tests sont déclarés bons et serviront désormais au recrutement des candidats.

Cette méthode a été appliquée à divers métiers, notamment, en Amérique par Münsterberg, et à Genève par Fontègne. Le mémoire de Münsterberg a été traduit et publié ici-même. On peut faire à ces recherches certaines critiques : il semble ainsi que les opérateurs aient eu le tort d'imposer à leurs sujets un rythme de mouvements généralement trop rapide, au lieu de laisser prendre à chacun son rythme naturel, tel qu'il est indiqué par le tapping test, dont M. Lahy a montré toute l'importance. Néanmoins, ces études sont des modèles des plus instructifs.

Nous les compléterons, pour bien faire comprendre le procédé, par un second exemple, et nous l'emprunterons aux premiers travaux de M. Lahy sur les dactylographes (M. Lahy poursuit sur le même sujet de nouvelles expériences).

a) La dactylo, disait-il, commence par prendre une image visuelle du texte qu'elle a devant les yeux ; puis elle la transforme en image musculaire et tactile que ses doigts impriment sur le clavier : voilà l'analyse de ses actions élémentaires. Les principales aptitudes qui

leur correspondent sont : pour la première opération, une bonne mémoire visuelle immédiate des membres de phrases et des nombres, ainsi qu'une attention soutenue ; pour la seconde, une sensibilité musculaire et tactile assez fine et une certaine ambidextrie.

b) Imaginons, pour découvrir ces qualités, des textes faciles à manier. Il en faut cinq ou six. Nous n'en citerons que deux comme exemples. — Pour noter la puissance d'attention, on demandera au candidat de barrer la lettre *a* dans un texte toutes les fois qu'il la rencontrera (ou un autre signe dans un autre ensemble plus standardisé qu'une page d'imprimerie) ; on opérera pendant quelques minutes ; à la fin, l'expérimentateur comptera le nombre de *a* barrés, et retranchera, affecté d'un coefficient, le nombre de fautes commises (les *a* oubliés et les autres lettres traitées comme des *a*) ; il aura ainsi un certain nombre qui représentera la faculté d'attention du sujet. — Pour reconnaître l'ambidextrie, on peut essayer le dynamomètre ; le sujet le prend successivement dans chaque main ; plus le rapport de ses deux pressions se rapproche de l'unité, plus son ambidextrie est parfaite.

c) Ces deux tests ont été déduits de considérations analogiques.

Aussi l'attention qu'on emploie à barrer les *a* n'est peut-être pas la même que celle qui fixe le regard sur un texte, et l'effort au dynamomètre représente peut-être une ambidextrie d'un tout autre ordre que celle de la tapeuse qui cherche dans ses doigts, non dans sa paume, de la vitesse, non de la force. Nous sommes donc dans l'hypothèse. Il faut descendre à l'expérience. Donc on a convoqué au laboratoire des champions, d'honnêtes opérateurs et de francs maladroits ; on a vu que les premiers réagissaient à l'ensemble des tests mieux que les deuxièmes et encore mieux que les troisièmes ; les tests étaient donc bons, ce qui n'était pas d'avance évident, mais ce devant quoi il faut s'incliner.

On a appliqué une méthode analogue au recrutement des typographes, des mécaniciens, des voyageurs de commerce, des employés de banque, etc. L'administration ou, si l'on préfère, l'industrie des postes, des télégraphes et des téléphones pourrait fournir d'incomparables occasions aux expériences et un champ immense aux résultats.

Partout où elle a été appliquée, la méthode a montré, comme la plupart des méthodes neuves, une grande fécondité avec d'inévitables imperfections. Ces défauts ont servi de prétexte à la critique de ceux qui proclament comme un dogme la « liberté individuelle ». Sous ces mots ils n'entendent qu'une fantaisie débridée dont le résultat est de faire entrer un jeune homme, au hasard, dans une profession pour laquelle son corps et son esprit ne sont pas faits, de lui rendre son labeur aussi pénible que possible, d'en faire un poids mort dans son

atelier ou dans son bureau, et, pour finir, de l'agrir contre cette société qui n'a eu que le tort de respecter ses caprices.

2^e cas. — Sélection du personnel supérieur.

Tout va bien — ou du moins tout pourrait aller bien si des travaux de ce genre étaient étendus à tous les métiers — lorsqu'il s'agit d'emplois simples dont les aptitudes relèvent du psychisme inférieur accessible aux appareils de nos laboratoires. Il n'en est plus de même lorsqu'on monte en grade. On ne reconnaît pas un chef de service comme une dactylo. Ce n'est pas sur le front qu'est collée l'étoile du génie. Cependant, dans les postes les plus hauts, il faut des qualités purement physiologiques, comme le sang-froid, qu'on relève en enregistrant les battements du cœur sur un cylindre tournant, et, quant aux qualités d'organisation ou de commandement, on devine qu'elles peuvent apparaître dans des expériences systématiques qu'un observateur de valeur interprétera sans erreur grave. Voici un aperçu du peu qu'on a tenté.

D'une part, c'est Münsterberg qui s'occupe de recruter des officiers de marine. Entre autres vertus, un commandant de navire a souvent besoin de juger rapidement une situation donnée, par exemple la menace d'abordage par un autre navire. On met donc entre les mains du candidat des cartes sur lesquelles sont inscrites, en désordre et inégalement répétées, quatre lettres comme A, B, C, D; il doit les diviser, le plus vite qu'il peut et sans compter les lettres, en quatre paquets, le premier où les A dominent, le deuxième où dominent les B, et ainsi de suite: la note sera une combinaison entre le temps passé et les erreurs commises.

Test assez artificiel, quoiqu'il ait, dit-on, réussi. Nous préférierions des épreuves plus synthétiques. Pour voir les aptitudes d'un homme aux diverses fonctions du chef, pourquoi ne commencerait-on pas par faire l'analyse de ces fonctions, comme l'ont tentée un Taylor ou un Fayol, et même en allant plus loin qu'eux? — C'est ainsi qu'on trouverait une fonction de création, exigeant l'aptitude à la documentation, l'esprit scientifique ou esprit de déterminisme, l'esprit réaliste ou application de cet esprit de déterminisme aux choses concrètes, et enfin l'esprit d'invention proprement dit. Chacune de ces qualités apparaît à travers un ou plusieurs tests, moins brefs et moins nets que tout à l'heure, mais quand même décisifs pour des regards avertis. Bornons-nous à la documentation. L'épreuve doit porter sur des documents écrits et sur des documents vivants, parce qu'on rencontre les uns et les autres en pratique. Exemple de la première épreuve: on donne au candidat cinquante pages; on lui demande de les réduire en

vingt lignes et on lui alloue pour ce travail une heure seulement, car, dans sa future carrière, il lui faudra lire très vite des documents de cette nature. Exemple de la deuxième épreuve : on demande de faire, plus à loisir, car ici on ne sera jamais pressé par le temps, une monographie d'une entreprise industrielle ou d'une famille ouvrière. — On trouverait de même chez le chef, à côté de la fonction de commandement, une fonction d'influence, soit sur ses collaborateurs, soit sur ses administrateurs. Tests analogues. Voici le premier : faire une conférence à des ouvriers ou employés sur un sujet technique, économique ou social : des ouvriers ou employés composeront, dans ce cas, le jury. Et voici l'autre : présenter au jury, supposé être un groupe de capitalistes ou d'hommes politiques, le projet d'une entreprise à lancer et le défendre contre leurs objections.

Tous ces projets ont un trait commun : ils tendent à remplacer les anciens examens — dont il n'y a plus besoin de faire le procès — par des épreuves moins artificielles, parce qu'elles sont calquées sur la vie même de la profession où on va entrer, et qu'elles font jouer les facultés fondamentales nécessaires pour l'exercer. Il y a là l'origine d'un grand mouvement qui peut sans peine doubler la production générale d'un pays et donner au travail de ses habitants ce bien-être qu'aucun coefficient n'est capable de mesurer.

La sélection amène à l'éducation, celle-ci cristallisant en capacités les aptitudes qu'a révélées celle-là. C'est tout récemment seulement que les patrons ont reconnu qu'il valait mieux élever son personnel soi-même que de le « chiper » à un concurrent, avec la crainte perpétuelle d'un troisième larron. C'est que le problème de l'éducation plus vaste et plus difficile encore que celui de la sélection, est loin d'être résolu. Aussi, malgré son ampleur, ne lui consacrerons-nous que quelques lignes.

L'éducation, spéciale ou générale, commence par être individuelle. On connaît l'école des vendeurs de la National Cash Register. Les futurs agents sont réunis à certaines époques au siège central pour une saison scolaire théorique et pratique où, entre autres exercices, un chef de service « joue le client », accumulant objections, mauvaise volonté ou mauvaise foi, jusqu'à ce que le vendeur l'ait contraint à se rendre, — et un livre est rédigé à l'usage des vendeurs, contenant entre cent préceptes, le recueil, tiré de l'expérience commune, des principales difficultés que les clients soulèvent et des meilleures réponses qu'on peut y apporter.

Sur l'éducation sociale, Herbert Casson a donné d'excellentes règles. C'est un canadien qui s'est fait en Angleterre l'apôtre de l'« efficiency ». Mais ses procédés servent aussi bien à introduire dans une entreprise

l'idée ou plutôt l'état d'âme « administratif ». On commence par persuader le haut personnel, puis les ingénieurs ordinaires, puis les contremaitres, puis les ouvriers d'élites, enfin la masse. A chaque échelon, on fait une double propagande individuelle auprès de ceux qui paraissent devoir être des centres de rayonnement, générale, par exemple par des meetings où l'on montre les résultats obtenus dans le coin d'un atelier ou d'un bureau. Toujours on va de haut en bas et on n'abandonne un degré que quand tout le monde y est bien convaincu. L'opération, soit dit en passant, peut durer plusieurs mois.

Enfin on pourrait étendre cette éducation sociale en y englobant l'éducation du public. Toute entreprise qui fabrique un produit ou qui élabore un service a le public comme collaborateur. Quand le métro de New-York a dû récemment élever ses prix, au lieu de mettre les voyageurs en face du fait accompli, il a entrepris pendant plusieurs jours une campagne d'affiches, détaillant ses prix de revient, montrant la hausse des éléments qui le composent, et forçant pour ainsi dire le lecteur lui-même à offrir ce qu'ailleurs on lui aurait arraché. De même, chez nous, on aurait grand besoin d'apprendre au public mille pratiques qu'il ignore ou qu'il dédaigne: quand, dans un bureau de poste, à n'importe quel guichet, quelqu'un interrompt une file de gens pressés pour demander un seul timbre, ou quand quelque autre, aux heures de grand trafic, accapare le téléphone pour demander des nouvelles d'un chien, ne sont-ils pas les premiers coupables du mauvais fonctionnement qu'ils reprochent à l'« administration »?

L'idée d'éducation du personnel a quelque mal à s'acclimater en France, — en dépit de quelques entreprises privilégiées, la Compagnie d'Orléans, qui a adopté la méthode américaine de l'enseignement par correspondance, Michelin qui consacre huit mois de travail intensif pour former la plupart de ses employés, et quelques autres que j'oublie. Pourtant l'argent qu'on y dépense constitue un des plus fructueux placements, car c'est un capital matériel transformé en capital humain, et tandis que le premier est un capital passif qui rapporterait péniblement 10 %₀, le second est un capital actif capable de se féconder presque indéfiniment.

Grâce à la sélection et à l'éducation, l'entreprise s'anime. La prévoyance la plus documentée, l'organisation la mieux préparée ne sont que de la lettre: ici on infuse un esprit. De cet esprit, multiple, je ne veux retenir que l'« esprit industriel » et l'« esprit de service public ». On a beaucoup parlé dans les derniers temps, d'industrialiser les administrations d'État, et je demande qu'en revanche on songe à rapprocher des services publics l'industrie. Chacun par quelque endroit doit servir de modèle à l'autre. Donner à l'industrie l'esprit public, ce serait

lui ôter le mercantilisme auquel elle n'échappe pas toujours et qui dresse le monde de la production contre le monde de ses clients. Donner aux services publics l'esprit industriel, c'est les habituer non au profit, ce qui serait absurde, mais au rendement, bien des administrations de notre vieil État régalien ayant une tendance trop naturelle à se regarder comme détenant un pouvoir presque absolu et à vivre du public comme l'industriel vit du consommateur. Des tendances très nettes nous orientent vers cette double réforme. Ainsi les unions de consommateurs et des producteurs, comme celle des consommateurs et producteurs de matières colorantes, réalisent vraiment la production au service de la consommation : ce serait, si elles se généralisaient, la fin de la féodalité industrielle. De même l'État régalien paraît bien frappé par des groupements comme des ligues de gouvernés et par une jurisprudence qui les suit. Pourtant ces symptômes, à eux seuls, ne peuvent annoncer qu'un mouvement limité. D'une part, les acheteurs de matières colorantes sont assez peu nombreux pour n'avoir pas de peine à s'unir, mais d'autres acheteurs sont si dispersés que la plupart risquent de rester à la merci des syndicats de fabricants. D'un autre côté, le rendement des services publics, qu'aucun profit sérieux ne viendra aiguillonner, a beaucoup de chances de demeurer bien inférieur au rendement d'usine. La force des choses donne peut-être une chiquenaude, mais n'entraîne pas. Pour aller jusqu'au bout, il faut la bonne volonté de chacun. C'est cela que peut donner l'éducation, et elle seule. Elle seule, appuyée peut-être sur la sélection. Il est clair, en effet, que des hommes qu'une sélection rationnelle aura mis à la place où leur effort est le plus aisé et à qui une formation profonde aura donné conscience de la mission sociale qu'ils sont appelés à y remplir, ces hommes-là auront incomparablement moins que d'autres d'aigreur ou de paresse, l'aigreur qu'on a coutume de prêter aux ouvriers des fabriques, la paresse qu'il est convenu d'attribuer aux employés de l'État.

Telles sont les grandes lignes — trop rapidement esquissées à coup sûr — d'un art, d'une science même, qui paraît devoir multiplier le rendement de nos entreprises dans des proportions inouïes. Nous avons vu, chemin faisant, combien on pouvait gagner, rien que par une organisation au point, rien que par une sélection clairvoyante : que sera-ce quand tous les facteurs de l'administration joueront à la fois ? on triplera, on quadruplera. Chose plus remarquable encore, ce gain de rendement s'accomplira sans grande dépense ou du moins sans grande mise de fonds : le machinisme, lui aussi, augmentait le rendement, mais il immobilisait de gros capitaux ; pour administrer, le capital dont on a besoin s'appelle intelligence et caractère. Et, de tous les peuples que

la guerre a frappés, c'est la France qui a le plus besoin d'apprendre à administrer, puisqu'elle a plus perdu et qu'elle a moins d'argent pour réparer.

Il est vrai que les études administratives, à part celle de M. Fayol, viennent d'ailleurs que de chez nous. Dans ces articles, nous avons souvent cité des Américains ; nous n'avons pas osé nommer d'Allemands ; en certaines matières, comme la sélection professionnelle, les Japonais sont en avance sur les Français. Cependant ce serait l'effet du plus détestable chauvinisme que de repousser ces inventions sous prétexte qu'elles viennent de l'étranger ; la meilleure conquête qu'on puisse faire sur un ennemi ou un rival, c'est celle de ses plus fécondes idées ; les Romains, avons-nous appris dans notre enfance, ont grandi parce qu'ils ont pris aux peuples vaincus leurs idées plus que leur butin. — On dit aussi que, parce qu'elles sont étrangères, ces doctrines sont inadaptables au tempérament français. Autre sophisme. Le tempérament français est-il irrémédiablement fermé à la science ou irréductiblement anarchique ? Descartes n'est-il pas l'ancêtre de Taylor, et Taylor n'a-t-il pas avoué que les Américains avaient besoin de ses méthodes précisément pour corriger leur tempérament désordonné ? Du reste l'organisation scientifique, si elle est vraiment scientifique, n'a pas de patrie ou du moins possède en elle les ressources qu'il faut pour s'adapter à toutes les patries ; enfin une courte, mais décisive expérience, a prouvé que celles de nos usines, celles de nos maisons de commerce, ceux de nos services publics qui ont eu la chance de se décider à administrer s'en sont merveilleusement trouvés, et ceux de leurs agents qui ont touché à la réforme en sont aussitôt devenus les apôtres — il y a dans cet enthousiasme le signe le plus sûr de la vérité. — Cependant la vérité administrative n'est que naissante. Moins que cela, elle est en train de se former par l'union de vérités partielles nées indépendamment les unes des autres ; quelque part s'est ébauchée une science de l'organisation des ateliers ; ailleurs on a esquissé une science de l'organisation des bureaux ; plus loin on a établi des préceptes de commandement ; d'autres ont ouvert des laboratoires de sélection professionnelle. C'est surtout en Amérique et en Allemagne que ces nouveautés ont surgi. Les Américains les ont lancées avec leur audace de peuple jeune, plus préoccupé de résultats tangibles que de rigueur scientifique, et leur hâte a un peu compromis la réputation de leurs idées. Les Allemands ont patiemment accumulé de lourdes expériences sur de petits détails, et, dans leur souci de rigueur, ont souvent piétiné sur place. Objets sans lien et points de vue disparates. Des matériaux et un élan. Mais la synthèse manque. Or l'administration est par essence une synthèse. Mais les Français sont, de tous les peuples, celui qui a l'esprit le plus

synthétique. C'est pourquoi il me semble que c'est chez nous que l'administration se constituera et s'adaptera le mieux ; les autres peuples n'auront été que des précurseurs ; sachons leur reconnaître leur part, qui n'est pas la plus grande. Seulement il faut nous hâter de regagner l'avance perdue. Et de tous nos efforts nous serons récompensés par cet accroissement de production dont notre pays a besoin, dans tous les ordres, peut-être sous peine de mort.

PRINCIPES DE L'ORGANISATION

DES ATELIERS DE LA SOCIÉTÉ DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS MARINONI

MM. Michelin ont chargé la Société des amis de l'École Polytechnique d'organiser pour les élèves-ingénieurs des diverses écoles d'application des missions et des stages dans des centres industriels français ou étrangers agencés et dirigés suivant les principes de Taylor.

Les élèves-ingénieurs des Postes et Télégraphes de la dernière promotion ont pu participer à ces études. Voici le rapport de M. Leduc, qui a été primé par le comité Michelin de la Société des amis de l'École Polytechnique.

La Société des Anciens Établissements Marinoni construit des machines à imprimer de divers types : rotatives, machines plates, etc. et chacun de ces types suivant les exigences de la clientèle. Ce mode de fabrication ne permet pas de consacrer des études longues et coûteuses à l'usinage des pièces qui seront produites à un très petit nombre d'exemplaires et souvent même à un seul exemplaire. Dans l'organisation du travail des ateliers, il ne pouvait donc être question de copier servilement les procédés utilisés en Amérique dans les usines produisant en grande série. Une application plus souple et plus délicate des idées de Taylor a dû être étudiée.

Avant de donner les détails de cette organisation nous allons essayer d'en mettre en lumière les principes directeurs, principes qui sont valables pour une foule d'usines de France qui sont obligées d'adapter leurs produits aux exigences sans cesse variables de leur clientèle.

Le but à atteindre est de rendre le prix de revient de chaque machine aussi bas que possible. On peut y parvenir en agissant sur les deux éléments du prix de revient : le prix de la matière première, le prix de l'usinage.

Il est difficile d'agir beaucoup sur le premier élément : le bureau des études peut, par un choix judicieux de la matière et des formes, diminuer le prix de la matière première mais on est vite arrêté dans cette voie.

Il est plus facile d'influer sur le prix de l'usinage; grâce à une organisation rationnelle de l'atelier il est possible d'augmenter dans de notables proportions la vitesse de production d'une pièce et par cela même de réduire le prix d'usinage de la pièce.

Pour augmenter la vitesse de production :

1° On s'efforcera de réduire au minimum les pièces particulières à chaque machine. Le bureau des études, en collaboration avec le service de préparation, s'efforcera d'introduire dans la construction des machines le maximum de pièces standardisées.

Pour la fabrication de ces pièces on pourra bénéficier de tous les avantages de fabrication en grande série, et leur production devenant plus indépendante des commandes elles pourront former volant de fabrication et permettront une marche plus régulière des différentes machines-outils.

2° Par une disposition judicieuse des ateliers on assurera une circulation facile des matières premières, des pièces en cours d'usinage, des machines achevées. Le service de préparation veillera à améliorer sans cesse l'aménagement des ateliers. Le service de l'avancement règlera et surveillera la circulation des pièces en cours de fabrication. Le service de vérification exercera son contrôle après chaque phase de la fabrication pour éviter de laisser perdre du travail sur des pièces inutilisables.

Dans chaque service, outils, dessins, documents de toutes sortes, matériel en stock seront classés méthodiquement et soigneusement inventoriés.

3° Les machines-outils et l'outillage courant utilisés d'une façon permanente quelle que soit la machine en construction sont un des facteurs les plus importants de la vitesse de production. Le choix de l'outillage, son entretien, la façon la plus rationnelle de l'utiliser seront la principale préoccupation du bureau de préparation.

4° Enfin il reste à agir sur un autre élément capital de la production : l'ouvrier. De sa bonne volonté au travail dépend en grande partie la vitesse de la production. On s'efforcera donc de stimuler cette bonne volonté par un salaire judicieusement calculé.

Actuellement dans les établissements Marinoni le travail est payé aux pièces ou à l'heure avec primes de rendement pour les monteurs. Une méthode de rétribution du type Rowan avec primes au temps gagné est à l'étude. De plus, on cherche à augmenter la valeur professionnelle par des instructions écrites ou verbales.

En résumé d'une part on s'efforce d'augmenter le nombre des pièces fabriquées en série, d'autre part les efforts d'organisation se portent sur les éléments communs à toutes les fabrications : pièces

standardisées, organisation de l'atelier, outillage, rendement individuel de l'ouvrier.

Voici dans les grandes lignes comment fonctionnent les différents rouages de l'atelier qui concourent à la production.

Bureau des Études. — Il reçoit de la Direction Technique les indications concernant les études nouvelles.

Il établit les dessins d'exécution, fixe la nature des matériaux, les traitements thermiques, les tolérances de fabrication.

Il établit les nomenclatures des pièces.

Il transmet les dessins et les nomenclatures au service avancement.

Il étudie de concert avec le service de préparation la normalisation des pièces de machines.

Service de l'Avancement. — Il reçoit du Bureau des Études les plans et les nomenclatures.

Il dispose des fiches d'usinage et des feuilles d'instructions relatives aux pièces de série quand ces documents ont déjà été établis.

Il ouvre un état d'avancement pour chaque groupe de pièces ou chaque machine.

Il établit les étiquettes des pièces à usiner, les bons de travail pour chaque phase de la fabrication d'un lot de pièces et la feuille auxiliaire pour chaque lot de pièces. La feuille auxiliaire accompagne la pièce dans toutes les phases de sa fabrication.

Il y a trois cas à considérer :

1° La pièce n'est pas de série. Le service avancement indique les phases successives sur la feuille auxiliaire, passe cette feuille accompagnée du bon de travail au « Chronométrage » qui porte les temps d'usinage et rend le tout à l'avancement.

2° La pièce est de série et possède un chronométrage. Le service Avancement recherche la feuille d'usinage, recopie les phases sur la feuille auxiliaire et établit complètement la feuille auxiliaire sans indiquer le nom de l'ouvrier.

3° La pièce est de série mais n'a pas été chronométrée. Le service Avancement recherche la fiche d'usinage, reporte les phases sur la feuille auxiliaire, passe la fiche d'usinage et le dessin au chronométrage qui crée une feuille d'instruction complète et rend le tout au service avancement qui établit alors le bon de travail.

Il indique le mode de règlement du bon.

Il passe la feuille auxiliaire et les étiquettes de pièces au magasin ou au tronçonnage.

Il reçoit du magasin ou du tronçonnage les feuilles auxiliaires des pièces prêtes à être lancées en usinage.

Il passe au contremaître le dessin, la feuille auxiliaire et son talon,

le bon de travail et son talon et s'il y a lieu la feuille d'instructions. Il pointe « en main » la phase considérée sur le tableau d'avancement.

Le service avancement reçoit de la vérification le dessin, la feuille d'instruction s'il y a lieu, et la feuille auxiliaire lorsque la phase est finie.

Il établit s'il y a lieu le bon de remplacement des pièces rebutées ; il pointe « Finie » la phase terminée sur l'état d'avancement.

Comme précédemment il établit le bon de travail pour la deuxième phase.

Il classe, quand il y a lieu, la feuille d'instruction de la phase terminée. Si cette feuille est à remplacer il prévient le chronométrage qui en crée une nouvelle.

A la dernière phase il classe le dessin.

Sur l'état d'Avancement il pointe « Finie » les pièces, note l'endroit indiqué sur la feuille auxiliaire où ces pièces sont déposées.

Il envoie la feuille auxiliaire au service « Prix de revient ».

Tronçonnage. — Le tronçonnage reçoit de l'Avancement la feuille auxiliaire et les étiquettes des pièces.

Il débite les tronçons et il les étiquette ; il renvoie la feuille auxiliaire à l'avancement qui est prévenu que la matière est prête à être livrée.

Il délivre au contremaître ou à son représentant la matière indiquée en échange du talon de la feuille auxiliaire.

Ce talon sert de reçu, permet de faire la balance sur l'inventaire du magasin et sert au service « Prix de revient » à évaluer le prix de revient de la matière.

Il prévient le service de l'Approvisionnement des commandes de matériaux à lancer quand le stock minimum indiqué sur la feuille d'inventaire permanent est atteint.

Magasin. — Il opère sur les pièces en magasin comme le service « Tronçonnage ».

Contremaître. — Le contremaître reçoit du service Avancement pour chaque lot de pièces les dessins, feuilles auxiliaires, bons de travail et feuilles d'instructions, s'il y a lieu.

Il adresse aussitôt les observations concernant les temps alloués, le mode de règlement, etc. au service compétent avant de distribuer le travail.

Il répartit les documents par machines suivant les disponibilités et pour chaque machine suivant l'ordre d'urgence.

Il indique sur le bon de travail le nom de l'ouvrier, son numéro de pointage.

Il fait délivrer du magasin les pièces à usiner et les fait diriger vers la machine qui exécutera le travail.

Il distribue à l'ouvrier ses documents et lui donne les explications techniques nécessaires ; il s'assure que l'ouvrier n'a qu'un seul bon de travail, retire le bon de travail si un travail est suspendu.

Il surveille l'exécution du travail. S'il y a lieu, il établit un bon de demande d'augmentation ou de diminution en en mentionnant le motif. Il épingle ce bon au bon de travail et passe immédiatement la pièce et tous ses documents au service « Vérification ».

Il prend connaissance des résultats de la vérification et les communique à l'ouvrier.

Il établit les bons de travail relatifs aux retouches ; il établit également les bons de tronçonnage ou de travail pour travaux minimes mais très urgents et en rend compte au chef de la production.

Il adresse ses demandes d'outillage au service « Préparation ». Il établit les bons d'entrée et de sortie des ouvriers, adresse au chef du personnel d'accord avec le chef des fabrications les observations concernant la main-d'œuvre (discipline, renvoi, renfort, augmentation de salaires).

Il fixe l'affûtage des nouveaux ouvriers d'après l'essai. Il veille à la distribution et à la rentrée de l'outillage, établit des bons de remplacement d'outillage pour les outils perdus ou irréparables.

L'Ouvrier. — L'ouvrier pointe ses heures d'entrée et de sortie de l'atelier sur sa carte de pointage.

Il remet au concierge les bons d'entrée et de sortie délivrés par le contremaître pendant le travail.

Il reçoit du contremaître la pièce étiquetée, le bon de travail avec son talon, les dessins et, s'il y a lieu, la feuille d'instruction ; il pointe à la pendule l'heure de remise du bon de travail, adresse avant de commencer le travail les réclamations qu'il croit devoir présenter au sujet du travail, des documents, de l'outillage, du temps alloué, etc.

Il reçoit du magasin d'outillage les outils, montages, appareils de mesure qui lui sont nécessaires et en échange donne des jetons.

Il est responsable des pièces, outils, documents qui lui sont confiés. Il exécute le travail conformément aux instructions.

Il vérifie les pièces au fur et à mesure de leur usinage et en cas de doute demande conseil au contremaître.

Il pointe l'heure de fin de travail sur le bon de travail, le remet au contremaître après en avoir détaché le talon qui lui sert de reçu. Il remet également tous les documents concernant la pièce terminée.

Il retouche gratuitement lui-même les pièces défectueuses qui peuvent être réparées contre un bon de retouche gratuit.

Si la retouche est faite par un autre ouvrier, il est fait un bon de diminution à l'ouvrier fautif. Le contremaître crée alors un bon de retouche à payer qui sert de bon de travail pour la réparation.

Il reçoit du « Pointage » sa feuille de paye.

Vérification. — La vérification reçoit les pièces dont la phase vient d'être terminée avec tous les documents. Elle vérifie l'existence de tous les documents et les pièces.

Elle envoie les pièces bonnes à la phase suivante indiquée sur la feuille auxiliaire, au magasin ou au montage si toutes les phases sont exécutées.

Elle signale au contremaître les pièces à retoucher et attend que ces retouches soient terminées pour faire passer le lot à la phase suivante.

Elle envoie les pièces rebutées au magasin des rebuts.

Sur la feuille auxiliaire et sur les étiquettes de pièces elle indique le nombre de pièces bonnes à retoucher, à rebuter. Elle établit des bons de demande de diminution pour malfaçon en indiquant le montant, le motif et les épingle au bon de travail.

Elle envoie au service Avancement la feuille auxiliaire, le dessin et, s'il y a lieu, la feuille d'instruction.

Au Chronométrage elle envoie le bon de travail accompagné des bons d'augmentation et de diminution.

Elle signale aux chefs de service intéressés la liste des rebuts et le nom de l'ouvrier intéressé.

Elle assure la circulation normale des pièces au moyen d'un service de manutention.

Chronométrage. Usinage. — a) *Chronométrage.* Deux cas sont à considérer :

1° La pièce a été étudiée au service Usinage.

Le service Chronométrage reçoit du service Avancement les fiches d'usinage des pièces à chronométrer, accompagnées du brouillon des feuilles d'instructions où les temps ne sont pas figurés.

Il fait exécuter une ou plusieurs pièces par l'opérateur, chronomètre le travail effectif, la préparation, la distribution de l'outillage, etc. Alors il établit la feuille d'instructions de la phase considérée en double exemplaire. Il conserve et classe un exemplaire et remet l'autre au service Avancement avec le dessin et la fiche d'usinage sur laquelle sont portés le temps chronométré et le temps alloué.

Il remplace les feuilles d'instructions égarées.

2° Cas d'une pièce dont la fabrication n'a pas été étudiée au service « Usinage ».

Le chronométrage reçoit du service Avancement la feuille auxiliaire, le dessin et le bon de travail, il indique sur le bon le temps d'usinage et rend tous les documents à l'avancement.

Au cours de l'exécution il examine les réclamations concernant le

temps alloué et prend les dispositions nécessaires pour que l'ouvrier arrive à faire le travail dans le temps fixé. Il fait des enquêtes sur les incidents qui ont motivé le bon d'augmentation, il certifie l'exactitude des bons d'augmentation ou de diminution et en porte le montant sur le bon de travail. Il envoie les bons de travail au service Règlement et remet à l'ouvrier le talon des bons d'augmentation ou de diminution. Enfin il signale à l'Usinage les modifications avantageuses.

b) Usinage. — L'Usinage reçoit de la Direction la liste et les dessins des pièces à étudier : pièces normalisées ou d'emploi fréquent. Il signale au bureau de dessin les modifications avantageuses pour l'usinage.

Il établit les feuilles d'usinage en s'inspirant de l'avis des personnes compétentes, s'il y a lieu. Au recto de ces feuilles il indique la désignation de la pièce, de l'ensemble, le n° de dessin, le repère, le n° de la pièce et il dessine un croquis ; au verso, il indique les différentes phases avec leurs numéros, le genre de machine-outil, les outillages spéciaux, la nature de la matière, la longueur unitaire.

Pour chaque phase l'Usinage établit un brouillon de feuille d'instructions, il remanie les feuilles d'usinage en tenant compte des suggestions des autres services.

Préparation. — La Préparation étudie les outillages spéciaux de fabrication et de vérification signalés par le service Usinage ; il s'occupe des perfectionnements à apporter à l'outillage de fabrication courante. Il commande au dehors les outillages.

Il assure le réapprovisionnement, l'entretien, le classement, la distribution et le contrôle des outillages et des appareillages.

Il a la direction de l'atelier d'outillage, il étudie l'installation des machines-outils, les installations auxiliaires de l'atelier, les perfectionnements à apporter et établit les fiches des machines.

Règlement. Pointage. — Ce service crée et met en place les cartes de pointage de présence des ouvriers et en opère chaque jour le relevé sur le compte de l'ouvrier.

Il reçoit du concierge les bons d'entrée et de sortie des ouvriers ; il connaît l'indication de l'embauchage et de la radiation des ouvriers. Il reçoit l'indication du salaire d'affûtage des nouveaux ouvriers, la liste des augmentations de salaire, les bons de travail du Chronométrage.

Il collationne les heures portées sur les bons de travail et sur la carte de pointage, il fait des enquêtes à ce sujet, règle les bons, établit chaque quinzaine les feuilles de paye des ouvriers, s'occupe des assurances relatives aux accidents du travail et envoie au service Prix de revient les bons de travail réglés.

Prix de revient. — Le service reçoit du pointage les bons de travail; il ouvre une feuille de prix de revient des pièces considérées.

Il reçoit de l'Avancement la feuille auxiliaire des pièces terminées, ce qui permet d'arrêter le compte prix de revient « Main-d'œuvre » et le prix de revient « Matière », ce dernier étant établi avec les talons des feuilles auxiliaires.

Il dresse des feuilles récapitulatives de prix de revient par commande. Il donne les prix de revient des pièces, groupes ou machines aux services qui désirent ces renseignements.

**DOCUMENTS RELATIFS AU CALCUL
DES BUREAUX CENTRAUX TÉLÉPHONIQUES AUTOMATIQUES**

**CALCUL DU NOMBRE DE SÉLECTEURS
OU DE LIGNES AUXILIAIRES**

Par M. MILON,

Directeur de l'Exploitation téléphonique.

J'ai montré, dans un article publié dans les *Annales des P. T. T.* (décembre 1916), comment on pouvait calculer le nombre des appareils sélecteurs de tout ordre nécessaires dans un réseau automatique. Antérieurement à la publication de cette étude — qui avait été préparée pour le Congrès des Techniciens qui devait se réunir à Berne en septembre 1914 — et plus encore depuis, divers autres travaux sur le même objet ont été publiés dans les journaux techniques étrangers. Dans un article paru dans le *Bulletin des Ingénieurs du Post Office* d'octobre dernier, M. O'Dell résume et compare les diverses théories qui ont été émises à ce sujet. Leur examen m'a permis de compléter et de préciser sur certains points les résultats que j'avais déjà obtenus.

Je vais rappeler en quelques mots la théorie élémentaire des probabilités qui est à la base de tous ces calculs.

I. Si N événements se produisent dans l'unité de temps, si ces N événements sont absolument indépendants les uns des autres et s'ils n'ont aucune raison de se produire dans une fraction plutôt que dans une autre de cette unité de temps, la probabilité P_x pour que x d'entre eux se produisent dans une fraction t de cette unité est :

$$(1) \quad P_x = \frac{N(N-1)\dots(N-x+1)}{1.2.3\dots x} t^x (1-t)^{N-x} = C_N^x t^x (1-t)^{N-x}$$

Ce résultat est obtenu immédiatement en appliquant les lois de l'analyse combinatoire, C_N^x représentant le nombre des combinaisons de N objets X à x .

II. Si N et x sont suffisamment grands et t suffisamment petit on peut mettre P_x sous une forme plus simple. Soit $m = Nt$ le nombre

moyen des événements qui se produisent pendant la fraction de temps t : nous avons pour P_x la valeur approchée:

$$(2) \quad P'_x = e^{-m} \frac{m^x}{x!}$$

Afin de voir le degré d'approximation que permet d'atteindre cette formule, il est bon de voir comment on passe de (1) à (2).

L'expression $(1 - t)^{N-x}$ peut se mettre sous la forme

$$\left(1 + \frac{t}{1-t}\right)^{-N+x}$$

ou
$$\left[\left(1 + \frac{t}{1-t}\right)^{\frac{1-t}{t}}\right]^{-\frac{Nt-x}{1-t}}$$

Quand t est suffisamment petit, $\left(1 + \frac{t}{1-t}\right)^{\frac{1-t}{t}}$ tend vers e , base des logarithmes népériens, et en développant en série $\frac{1}{1-t}$, l'expression précédente devient, Nt étant égal à m ,

$$e^{-m(1+t+t^2+\dots)} = e^{-xt(1+t+t^2+\dots)}$$

D'autre part l'expression

$$N(N-1)\dots(N-x+1)$$

peut se mettre sous la forme, en développant les termes du produit suivant les puissances décroissantes de N ,

$$N^x \left(1 - \frac{x(x-1)}{2N} + \dots\right)$$

Finalement en remplaçant t par $\frac{m}{N}$, (1) devient

$$\begin{aligned} P_x &= \frac{N^x \left(1 - \frac{x(x-1)}{2N} + \dots\right)}{x!} \frac{m^x}{N^x} e^{-m} e^{-(x-m)(t+t^2+\dots)} \\ &= e^{-x} \frac{m^x}{x!} \left(1 - \frac{x(x-1)}{2N} + \dots\right) e^{(x-m)(t+t^2+t^3+\dots)} \end{aligned}$$

Nous arrivons bien à la valeur donnée par la formule (2), si

$x \frac{(x-1)}{2N}$ et si $(x-m) \frac{m}{N}$, les premiers termes du développement en série, sont suffisamment petits; en développant l'exponentielle, nous avons en effet

$$(3) P_x = e^{-m} \frac{m^x}{x!} \left[1 - \frac{1}{N} \left(\frac{x^2}{2} - (m + \frac{1}{2})x + m^2 \right) + \frac{1}{N^2} (\dots) + \dots \right]$$

Le coefficient de $\frac{1}{N}$ est négatif dès que $m > \frac{\sqrt{2} + 1}{2}$. Si donc les termes en $\frac{1}{N^2}$, $\frac{1}{N^3}$ etc. sont réellement négligeables, la formule (2) donnera pour P_x des valeurs trop fortes dans les cas intéressants au point de vue pratique.

III. On peut appliquer les formules précédentes au cas des appels téléphoniques. On prend pour unité de temps, selon la règle admise en téléphonie, l'heure la plus chargée. Si N est le nombre d'appels se produisant pendant cette heure, et si chaque appel immobilise un sélecteur ou une ligne auxiliaire pendant une durée t (exprimée en fraction d'heure) la valeur P_x calculée précédemment indiquera la probabilité pour que x appareils soient immobilisés simultanément, puisque x appels se succéderont avant que le sélecteur immobilisé par le premier d'entre eux soit libéré.

Mais il faut pour cela que les N appels soient des événements rigoureusement indépendants. Or, en réalité les appels parviennent toujours aux organes sélecteurs par l'intermédiaire de lignes, lignes d'abonné ou lignes auxiliaires, et deux appels parvenant par la même ligne ne sont plus indépendants, puisqu'ils sont forcément séparés par un intervalle de temps au moins égal à t . La formule n'est donc applicable que pour des lignes n'écoulant qu'un très petit nombre d'appels dans l'heure la plus chargée. Dans les autres cas (et notamment dans tous les cas où il s'agit de lignes auxiliaires) il faut prendre pour N le nombre des lignes elles-mêmes (sous réserve que les conditions qui règlent l'écoulement du trafic sur ces lignes les laissent absolument indépendantes les unes des autres, ce qui ne serait pas le cas pour des lignes faisant partie d'un même groupe, multipliées devant les mêmes organes ou positions). On appellera t le temps, supposé tout d'abord constant, pendant lequel chacune de ces lignes est occupée pendant l'heure chargée et exprimé en fraction de cette heure; par un raisonnement analogue (voir *Annales des P. T. T.*, IV, 1916) on trouve que la probabilité P_x pour que x lignes soient occupées simultanément est donnée par la même formule

$$P_x = \frac{N(N-1)\dots(N-x+1)}{x!} t^x (1-t)^{N-x}$$

ou en appelant $m = N t$ le nombre moyen de lignes occupées simultanément, et sous les mêmes conditions d'approximation que plus haut

$$P'_x = e^{-m} \frac{m^x}{x!}.$$

Il faut d'ailleurs noter que, à mesure que croît t , et par suite les rapports $\frac{m}{N}$ et $\frac{x}{N}$, la formule approchée est de moins en moins applicable, comme le montre l'examen des conditions d'approximation. En particulier, pour $N = 100$, $m = 8$, $x = 16$, qui sont des valeurs ne sortant pas du tout de la pratique courante, le terme en $\frac{1}{N}$ du développement en série (3) est égal à 56 % du terme principal ; il faudrait dans ce cas calculer les termes en $\frac{1}{N^2}$ et $\frac{1}{N^3}$ pour se rendre compte de l'approximation exacte. Il est donc préférable dans ce cas d'appliquer la formule (1).

IV. Il reste à traiter un problème important : qu'arrivera-t-il lorsqu'on limite à x le nombre des organes sélecteurs ? Pour le traiter, il faut examiner la façon dont le mécanisme sélecteur traite les appels en surnombre. Deux cas se présentent :

1° Les appels en surnombre sont perdus, et l'abonné doit renouveler sa demande ultérieurement.

2° Les appels en surnombre attendent qu'un organe sélecteur redevenue libre ; le premier de ceux-ci est immédiatement pris par un des appels en attente.

Le premier cas est celui des sélecteurs du type Strowger. Quant aux présélecteurs du même type, ils attendent théoriquement une ligne libre, mais il est nécessaire que l'abonné n'ait pas commencé à transmettre ses impulsions d'appel, et par suite que l'attente soit de très courte durée.

Le deuxième cas est celui des sélecteurs et chercheurs du type de la Western Electric Co. C'est également le cas des présélecteurs et chercheurs dans tous les systèmes semi-automatiques dans la connexion entre le demandeur et l'opératrice.

V. Dans le premier cas (appels perdus) il est facile de voir que la présence d'appels perdus modifie complètement l'allure de la répartition des appels au moment des pointes de trafic, qui sont précisément les moments intéressants. Examinons en effet la figure 1 ; elle nous montre, en traits pointillés, la courbe représentant le nombre d'organes sélecteurs qui seraient immobilisés à chaque instant par les appels, si ces organes sélecteurs étaient en nombre toujours suffisant, et en

traits pleins le nombre d'organes réellement immobilisés, si ce nombre ne peut dépasser la valeur x , et si les appels en surnombre sont perdus.

Cette courbe, imaginée pour une répartition d'appels prise au hasard, est une ligne brisée qui monte d'une unité chaque fois qu'un appel prend un sélecteur, et qui descend d'une unité chaque fois qu'une communication est terminée et qu'un sélecteur redevient libre.

Si un appel se présente au moment où tous les appareils sont occupés, cet appel est perdu ; par conséquent dès qu'un organe sélecteur redeviendra libre, le nombre d'appareils occupés retombera à la valeur $x - 1$, ce qu'indique la courbe en traits pleins, tandis que ce nombre serait resté égal ou supérieur à x , comme l'indique la courbe en traits pointillés, si le nombre d'organes n'avait pas été limité à x .

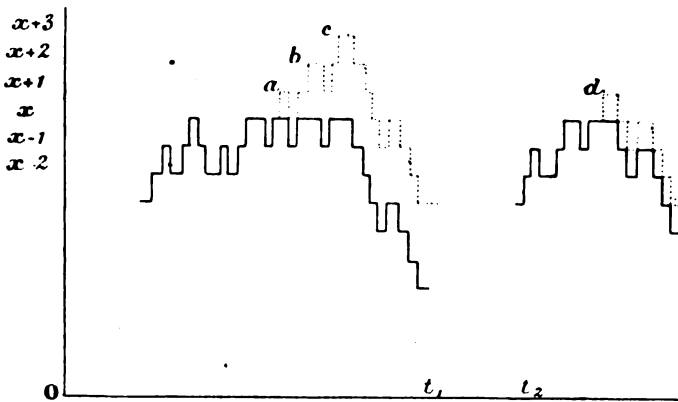


Fig. 1. — Courbe représentant le nombre de lignes simultanément occupées dans le cas des appels perdus : (a, b, c, d, appels perdus). L'intervalle t_1 t_2 pendant lequel la courbe, non représentée, reste au-dessous du niveau x , est supposé assez long pour que la courbe pleine soit venue de nouveau coïncider avec la courbe pointillée, qui représente ce qui serait passé si tous les appels avaient pu être écoulés.

Si d'autre part nous supposons que le nombre d'organes est calculé pour une exploitation satisfaisante, c'est-à-dire pour un faible pourcentage d'appels perdus, les périodes pendant lesquelles les x sélecteurs sont occupés seront peu nombreuses et de faible durée, et l'appel perdu, s'il est renouvelé par l'abonné, le sera très probablement à un moment où le nombre d'organes occupés sera inférieur à x , puisque c'est le cas qui se présente de beaucoup le plus fréquemment ; cet appel sera donc sans répercussion sur l'allure de la courbe aux environs du niveau x .

On voit donc que le système où les appels en surnombre sont perdus, aplatit les pointes de la courbe de répartition des appels telle qu'elle résulterait de la probabilité pure.

Nous tenterons plus loin d'évaluer approximativement le nombre de ces appels.

VI. Dans les systèmes où les appels en surnombre restent en attente, on peut se représenter ce qui se passera au moyen de courbes hypothétiques (fig. 2) semblables à celles du cas précédent; le trait pointillé représente toujours le nombre d'organes immobilisés dans le cas où leur nombre total est illimité. Si leur nombre au contraire est limité à x , et si un appel se présente au moment où ils sont tous occupés, cet appel reste seul en attente jusqu'à ce qu'un organe redevienne libre, ou jusqu'à ce qu'un second appel se présente.

Dans le premier cas — un sélecteur redevient libre — cet organe est immédiatement pris par l'appel en attente, et si nous supposons qu'ensuite la courbe pointillée redescend en dessous du niveau x pour ne plus y remonter avant un laps de temps relativement grand, le retard infligé à l'appel qui a attendu, et qui se traduit par un retard correspondant dans la libération du sélecteur pris, n'influe pas sensiblement sur l'allure ultérieure de la courbe aux environs du niveau x .

Dans le second cas — un deuxième, et parfois un troisième, un quatrième, etc., appel se présentent avant qu'un sélecteur ne redevienne libre — la courbe pointillée monte aux niveaux $x + 2$, $x + 3$, etc..., tandis que la courbe pleine reste au niveau x . Dès qu'un sélecteur devient libre, la courbe pointillée tombe du niveau $x + n$ au niveau $x + n - 1$, tandis que la courbe pleine reste au niveau x , le sélecteur devenu libre étant immédiatement pris par un des appels en attente. La courbe pleine ne redescend en dessous du niveau x , que lorsque ce nombre de sélecteurs redevenus libres a dépassé le nombre d'appels en surnombre, en supposant toujours que la période ainsi limitée soit généralement plus petite que la durée moyenne d'une communication, de façon que le retard apporté à la libération du premier sélecteur pris par un appel en attente n'influe pas sur l'allure de la courbe dans la région considérée.

Dans les deux cas on voit que la courbe pleine reste au niveau x tant que la courbe pointillée est au niveau x ou à un niveau supérieur à x .

Pour calculer le temps pendant lequel les x sélecteurs sont immobilisés il faut donc calculer la somme $P_x + P_{x+1} + P_{x+2} + \dots$ des probabilités pour qu'un nombre d'organes égal ou supérieur à x soit immobilisé dans le cas où le nombre des organes accessibles est illimité. En nous reportant à la formule (1) nous avons

$$P_x + P_{x+1} + P_{x+2} \dots = P_x \left(1 + \frac{(N-x)t}{(x+1)(1-t)} + \frac{(N-x)(N-x-1)t^2}{(x+1)(x+2)(1-t)^2} + \dots \right).$$

Si à partir du second terme nous remplaçons $N - x - 1$, $N - x - 2$, etc., par $N - x$, et $x + 2$, $x + 3$, etc., par $x + 1$ nous aurons pour

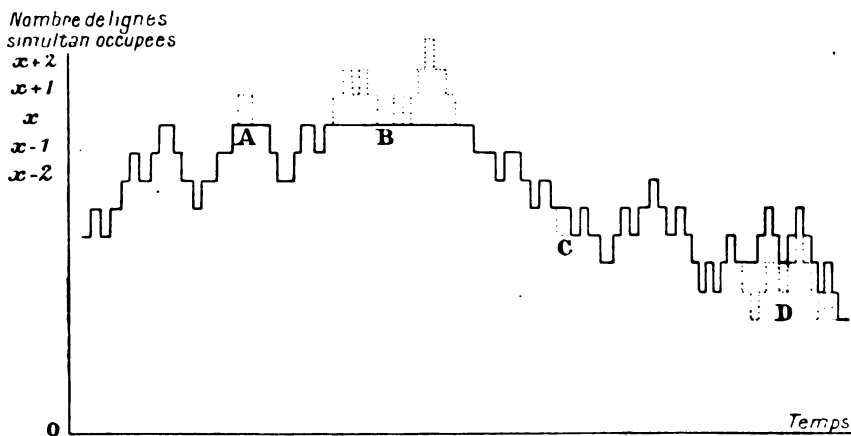


Fig. 2. — Courbe représentant le nombre de lignes simultanément occupées dans le cas des appels retardés. Quand la courbe pointillée est au niveau $x + 1$, il y a un appel en attente, quand elle est au niveau $x + 2$, il y en a deux, etc. L'appel retardé en A modifie l'allure de la courbe en C, les appels retardés en B modifient l'allure de la courbe en D. On suppose que les régions C, D, etc., sont toutes en dessous du niveau x .

la somme une valeur plus grande que la valeur réelle, mais d'autant plus approchée que t sera plus petit et N plus grand ; nous aurons dans ce cas une progression géométrique de raison $\frac{N-x}{x+1} \cdot \frac{t}{1-t}$, dont la somme sera, si le dernier terme est suffisamment petit, ce qui est toujours le cas :

$$\begin{aligned} \sum_x^N P_x &= P_x \frac{1}{1 - \frac{N-x}{x+1} \frac{t}{1-t}} \\ &= P_x \frac{1-t}{1 - \frac{m+t}{x+1}} \end{aligned}$$

ou, si t est suffisamment petit,

$$\sum_x^N P_x = P_x \frac{1}{1 - \frac{m}{x+1}}$$

Telle est dans ce cas la valeur de la probabilité, approchée par excès, pour que les x organes soient simultanément occupés.

• Calculons maintenant la durée moyenne d'attente d'un appel. Pour cela, calculons tout d'abord la durée totale d'attente des appels retardés. Le premier sélecteur libre est pris, comme nous l'avons vu, par un quelconque des appels en attente; nous pouvons toujours supposer, ce qui ne changera en rien la durée totale, qu'il est pris par le dernier venu des appels en surnombre. Dans ce cas, en nous reportant à la courbe pointillée de la figure 2, nous voyons que, si n est le nombre maximum des appels en surnombre pendant la période où la courbe dépasse le niveau x , l'attente du $n^{\text{ième}}$ appel est représentée par le temps pendant lequel la courbe est au niveau $x + n$, l'attente imposée au $(n - 1)^{\text{ième}}$ appel est représentée par le temps pendant lequel la courbe est aux niveaux $x + n$ et $x + n - 1$, l'attente imposée au $(n - 2)^{\text{ième}}$ par le temps pendant lequel elle est aux niveaux $x + n$, $x + n - 1$ et $x + n - 2$, etc. En étendant ce raisonnement à la totalité de la courbe pour l'heure chargée, et en supposant toujours que l'importance relative de ces retards est trop faible pour modifier l'allure de la courbe autrement que par l'aplatissement étudié, nous aurons pour l'expression du temps total d'attente infligé aux appels pendant l'heure :

$$\begin{aligned} T = & P_{x+1} + P_{x+2} + P_{x+3} + \dots + P_{x+n} + \dots \\ & + P_{x+2} + P_{x+3} + \dots + P_{x+n} + \dots \\ & + P_{x+3} + \dots \\ & + \dots \\ & + P_{x+n} + \dots \\ & + \dots \end{aligned}$$

la première ligne représente le temps total d'attente infligé aux premiers appels qui se présentent pendant les diverses périodes d'immobilisation des x sélecteurs, la seconde ligne le temps total d'attente infligé aux seconds appels, et ainsi de suite.

Cette somme peut être calculée en faisant les mêmes approximations que plus haut; elle est égale à

$$T = P_{x+1} \frac{1}{\left(1 - \frac{m}{x+2}\right)^2}$$

et la durée moyenne d'attente d'un appel est, si M est le nombre total d'appels écoulés par les N lignes

$$\tau = \frac{P_{x+1}}{M} \frac{1}{\left(1 - \frac{m}{x+2}\right)^2}$$

Si au lieu de calculer cette moyenne pour l'ensemble des M appels, on voulait la calculer pour les appels réellement retardés seulement, il faudrait tout d'abord calculer le nombre de ceux-ci. Voici comment cela peut être fait approximativement.

Pendant un intervalle de temps θ , la moyenne des appels qui se présentent est $M\theta$, si θ est exprimé en fraction de l'heure chargée; mais si, au lieu de prendre θ d'une façon quelconque, nous prenons un intervalle de temps pendant lequel x lignes, sur les N par lesquelles arrivent les appels, sont déjà occupées au lieu de la moyenne m des appels simultanés, on peut admettre que la moyenne $m\theta$ sera réduite dans la proportion $\frac{N-x}{N-m}$ et sera donc $M\theta \frac{N-x}{N-m}$.

Si nous appliquons ce raisonnement au nombre d'appels qui se présenteront pendant la somme des intervalles où x organes sélecteurs sont simultanément occupés, somme égale précisément à P_x exprimée en fraction de l'heure, nous aurons pour ce nombre la valeur moyenne

$$M P_x \frac{N-x}{N-m}.$$

Comme en réalité les x organes sélecteurs sont immobilisés, dans le cas qui nous occupe, pendant le temps total $P_x + P_{x+1} + P_{x+2} + \dots$ nous aurons pour le nombre total probable d'appels en surnombre :

$$S = \frac{M}{N-m} \sum_x^N P_x (N-x)$$

On peut en première approximation considérer le facteur $N-x$ comme constant et S prend la forme

$$S = M \frac{N-x}{N-m} \sum_x^N P_x = M \frac{N-x}{N-m} P_x \frac{1}{1 - \frac{m}{x+1}}$$

La valeur moyenne du retard infligé aux appels en surnombre prend la valeur approchée simple (en égalant $1 - \frac{m}{x+1}$ et $1 - \frac{m}{x+2}$).

$$\tau = \frac{T}{S} \frac{N}{M(x+1)} \frac{1}{1 - \frac{m}{x+1}} = \frac{N}{M} \frac{t}{x+1-m}$$

Mais $t \frac{N}{M}$ est égal à la durée moyenne d'une communication, donc nous avons finalement la relation :

$$\frac{\text{attente moyenne d'un appel retardé}}{\text{durée moyenne d'une communication}} = \frac{1}{x+1-m}$$

VII. Si nous revenons maintenant au cas des appels perdus, nous trouvons qu'il est plus difficile de déterminer par le calcul la forme que prend dans ce cas la courbe du nombre d'appareils immobilisés. Elle reste au niveau x depuis le moment où les x appareils sont tous pris jusqu'au moment où le premier d'entre eux redevient libre, quel que soit le nombre d'appels qui aient pu se produire dans l'intervalle. Dans le cas où aucun appel ne s'est produit, les deux courbes (courbe pleine réelle et courbe pointillée du cas théorique où les appareils sont en nombre illimité) coïncident ; dans le cas où un appel s'est produit, la courbe pleine reste au niveau x pendant que la courbe pointillée monte au niveau $x + 1$, et descend au niveau $x - 1$, quand la courbe pointillée revient au niveau x ; dans le cas où un assez grand nombre d'appels et un nombre forcément égal de libérations d'organes se sont produits entre deux passages au niveau x de la courbe pointillée, on voit que la courbe pleine restera au niveau x pendant une ou plusieurs périodes correspondant à peu près aux parties ascendantes de la courbe pointillée.

D'une façon générale, comme P_x représente le temps pendant lequel la courbe pointillée est au niveau x , et

$$\sum^N P_x = P_x \frac{1}{1 - \frac{m}{x+1}} = P_x \frac{x+1}{x+1-m}$$

le temps pendant lequel elle est au niveau x ou au-dessus, on peut estimer sans grande erreur que le temps pendant lequel la courbe pleine est au niveau x , sera compris entre P_x et $\frac{1}{2} P_x \frac{x+1}{x+1-m}$, la partie ascendante étant supposée égale en moyenne à la moitié de la période totale et voisine de la plus grande de ces deux valeurs.

Le nombre d'appels perdus s'en déduira comme ci-dessus, en multipliant par $M \frac{N-x}{N-m}$ la valeur de la période ainsi estimée.

VIII. Ces approximations — comme d'ailleurs celles, plus précises, que nous avons faites au paragraphe précédent — ne sont licites que si le nombre des périodes où les courbes atteignent le niveau x est petit, et la durée totale de ces périodes courte, c'est-à-dire si le nombre x d'organes ou de lignes auxiliaires accessibles est suffisamment grand. Si ce nombre diminue, la durée des périodes d'encombrement augmente, les appels retardés ou les appels perdus et renouvelés interviennent pour augmenter encore cette durée, contrairement à l'hypothèse faite, et la qualité du service diminue beaucoup plus vite qu'il ne résulterait de l'application des formules ci-dessus.

Cela risque de se produire notamment dans les systèmes semi-automatiques, où, bien que le nombre d'organes présélecteurs ou chercheurs entre les lignes d'abonnés et les opératrices ait pu être convenablement calculé, des retards, des incidents de service, ou une insuffisance momentanée du nombre d'opératrices peuvent immobiliser un nombre de circuits de connexion très supérieur à la moyenne, d'où un encombrement qui ira en s'accroissant très rapidement si la cause qui l'a produit persiste quelque peu.

Dans les systèmes automatiques, ces encombrements momentanés se produisent plus rarement; ils sont généralement causés soit par des surcharges exceptionnelles d'une partie des organes, soit lorsqu'un trop grand nombre d'entre eux sont immobilisés par des dérangements ou des fausses manœuvres.

Signalons à ce point de vue l'avantage des systèmes où les appels en surnombre sont perdus. La durée totale pendant laquelle les x organes ou lignes auxiliaires d'un même groupe sont immobilisés, est voisine de P_x ou de $\frac{1}{2} \sum_x^N P_x$ au lieu d'être égale à $\sum_x^N P_x$ comme dans le cas où les appels en surnombre sont retardés, et par conséquent est réduite à peu près de moitié. Il est évident d'ailleurs que les systèmes où les appels se produisant pendant une période d'encombrement momentané sont forcément renvoyés à un autre moment, tendent moins à prolonger cette période d'encombrement que ceux où les dits appels attendent satisfaction.

IX. Nous avons supposé jusqu'ici que t , le temps pendant lequel est occupée chacune des lignes appelantes, ou la durée d'un appel, était le même pour toutes ces lignes ou tous les appels. Mais il n'en est évidemment pas ainsi dans la pratique. Examinons donc le cas où t prend, pour chacune des N lignes, les valeurs $t(1 + \epsilon_1)$, $t(1 + \epsilon_2)$, $t(1 + \epsilon_3)$, etc., ϵ étant l'écart relatif, positif ou négatif. La probabilité P_x pour que x lignes soient simultanément occupées devient la somme des combinaisons $t(1 + \epsilon_\alpha) t(1 + \epsilon_\beta) \dots [1 - t(1 + \epsilon_\mu)] [1 - t(1 + \epsilon_\nu)] [\dots] \dots$, α, β , étant x indices pris au hasard parmi les N possibles, et $\mu, \nu, \dots$ les $N - x$ autres. Le nombre de ces combinaisons est évidemment C_N^x . En développant et en s'arrêtant aux termes du second degré en ϵ , on arrive, après simplification, à l'expression

$$P''_x = C_N^x t^x (1 - t)^{N-x} \left[1 - \sum \epsilon^2 \frac{x(x-1)}{N(N-1)} \left(1 - \frac{N-x}{x-1} \frac{t}{1-t} \right)^2 \right]$$

L'expression $C_N^x t^x (1 - t)^{N-x}$ est précisément égale à P_x la probabilité calculée en supposant t constant. On voit donc que la probabilité exacte est inférieure à cette probabilité calculée sous réserve que les

termes en ε^3 , ε^4 , etc..., sont bien négligeables. En appelant ε l'écart relatif moyen et en simplifiant l'expression ci-dessus pour les grandes valeurs de x , nous arrivons à la formule simple

$$P''_x = P_x \left(1 - \varepsilon^2 \frac{(x - m)^2}{N} \right)$$

On voit que non seulement P''_x , la probabilité réelle, sera plus petite que P_x la probabilité calculée plus haut, mais que $\sum N P''_x$, qui, d'après ce que nous avons vu, est surtout la valeur intéressante, sera diminuée plus encore, puisque le terme correctif $\varepsilon^2 \frac{(x - m)^2}{N}$ croît avec x .

On ne peut faire *a priori* aucune hypothèse sur ε^2 . La théorie des probabilités sur l'écart relatif probable ne serait applicable que si chacune des N lignes faisait en moyenne dans l'heure chargée un nombre d'appels assez élevé, n , chacune des communications ayant une durée très courte, de façon que le temps total d'occupation t reste petit; la valeur probable de ε^2 serait alors $\frac{1}{n}$, et la probabilité réelle P'_x prendrait alors la valeur simple, M étant toujours le nombre total d'appels dans l'heure la plus chargée

$$P'_x = P_x \left[1 - \frac{(x - m)^2}{M} \right]$$

Mais ces conditions ne se rencontrent pas normalement en téléphonie.

EXEMPLE NUMÉRIQUE : Considérons 200 lignes d'abonnés, occupée chacune en moyenne pendant 108" à l'heure la plus chargée, et qui sont desservies par un groupe de 16 chercheurs d'appels ou dont les présélectionneurs peuvent choisir parmi 16 lignes auxiliaires. Nous avons $N = 200$, $x = 16$, $m = \frac{200 \times 108}{3600} = 6$. Dans ces conditions la formule exacte (1) donne

$$P_x = 0,00027$$

et la formule approchée (2)

$$P_x = 0,00034$$

Si les appels en surnombre sont simplement retardés, le temps moyen pendant lequel les 16 chercheurs seront immobilisés pendant l'heure chargée sera

$$3600 \sum_{16}^{200} P_x = 1 \text{ seconde } 1/2$$

Le pourcentage des appels retardés sera

$$\frac{184}{194} \sum_{16}^{200} P x = 0,0004 = 4 \text{ sur } 10.000$$

et la valeur moyenne du retard imposé à chacun de ces appels sera

$$\frac{1}{x+1-m} = \frac{1}{11} \text{ de la durée moyenne d'une communication.}$$

Supposons au contraire que chacune des 200 lignes cause en moyenne pendant 144 secondes, le nombre d'organes sélecteurs restant le même,

m devient égal à $\frac{200 \times 144}{3600} = 8$. Nous avons alors.

$$P x = 0,00397$$

et la valeur approchée

$$P' x' = e^{-8} \frac{8^{16}}{16!} = 0,00451$$

Le temps total d'immobilisation des 16 chercheurs devient

$$T = 3600 \sum_{16}^{200} P x = 27 \text{ secondes.}$$

Le pourcentage des appels retardés sera 72 sur 10.000 et la durée moyenne d'attente de chacun de ces appels sera $\frac{1}{9}$ de la durée moyenne de la communication.

Dans le cas où les appels en surnombre sont perdus, le pourcentage de ces appels aurait été, d'après les suppositions faites plus haut, voisin de 2,5 sur 10.000 pour $m = 6$ et de 38 sur 10.000 pour $m = 8$.

RÉSUMÉ

I. Lorsque N lignes sont occupées chacune pendant une fraction t de l'heure par des appels téléphoniques rigoureusement indépendants les uns des autres, la probabilité pour que x de ces lignes soient simultanément occupées est :

$$P x = C_N^x t^x (1-t)^{N-x}$$

C_N^x représentant le nombre des combinaisons de N objets x à x , c'est-à-dire $\frac{N!}{x! (N-x)!}$.

II. Cette formule peut être remplacée par une formule approchée

plus simple, m étant la moyenne Nt du nombre de lignes occupées simultanément

$$P'_x = e^{-m} \frac{m^x}{x!}$$

mais cette approximation n'est licite que quand t et $\frac{x}{N}$ sont suffisamment petits; l'écart croît avec le rapport $\frac{x^2}{N}$. La valeur P_x ainsi calculée est approchée par excès.

III. Dans le cas où les N lignes sont occupées chacune pendant une fraction de l'heure différente, et si t est la moyenne de ces fractions, la probabilité devient, $\bar{\epsilon}^2$ étant le carré de l'écart relatif moyen autour de t ,

$$P''_x = C_N t^x (1-t)^{N-x} \left(1 - \bar{\epsilon}^2 \frac{(x-m)^2}{N}\right)$$

elle est donc plus petite que la valeur calculée comme ci-dessus.

IV. Si ces N lignes aboutissent à des organes sélecteurs (au nombre de N ou de x) chargés de les relier à x lignes auxiliaires et si les appels en surnombre attendent qu'une ligne auxiliaire devienne libre, la probabilité pour que les x lignes auxiliaires soient occupées devient

$$\sum_x^N P_x = \text{approx. } P_x \frac{x+1}{x+1-m}$$

le pourcentage des appels retardés est approximativement

$$A = \frac{N-x}{N-m} P_x \frac{x-1}{x+1-m}$$

et le retard moyen infligé à ces appels, θ étant la durée moyenne d'une communication

$$\tau = \frac{\theta}{x+1-m}$$

V. Si les appels en surnombre sont perdus, la probabilité Π_x , et le pourcentage A des appels perdus prennent des valeurs voisines de la moitié des nombres précédents, plutôt supérieurs si $x+1 > 2m$, plutôt inférieurs si $x+1 < 2m$.

APPLICATION DES FORMULES CI-DESSUS A LA PRATIQUE

Les formules ci-dessus, et les courbes qui les traduisent, sont immédiatement applicables au cas des lignes venant de postes d'abonnés et

aboutissant soit à des présélecteurs individuels, soit à un multiplage sur les bancs de chercheurs de lignes. N représentera le nombre de lignes d'abonnés, et x le nombre de lignes auxiliaires desservies par un même groupe de présélecteurs ou chercheurs, de façon qu'une quelconque des x lignes auxiliaires, si elle est libre, puisse être atteinte dans tous les cas par une quelconque des N lignes d'abonnés.

Si au lieu de venir de postes d'abonnés indépendants, les N lignes venaient de tableaux manuels réunis chacun par plusieurs lignes au Central, le mode de raisonnement ci-dessus ne serait plus rigoureux, soit qu'on l'applique aux lignes (puisque la probabilité d'occupation de l'une d'elles n'est plus indépendante de celle des autres lignes du même groupe), soit qu'on l'applique aux appels eux-mêmes (puisque l'intervention d'un intermédiaire humain a évidemment pour but de régulariser l'écoulement des appels provenant d'un même tableau). S'il s'agit de groupes de lignes importantes, il est préférable d'appliquer les formules précédentes aux appels : N représentant le nombre d'appels dans l'heure la plus chargée et t ou $\frac{m}{N}$ la durée moyenne d'une communication ; on sera sûr ainsi d'obtenir pour les probabilités des valeurs approchées par excès.

S'il s'agit de lignes auxiliaires allant des contacts de sélecteurs d'ordre n aux organes mobiles de sélecteurs d'ordre $n + 1$, plusieurs cas sont à considérer :

1° Nous avons un groupe de x lignes multipliées sur les contacts de N sélecteurs d'ordre n , et chacun de ces N sélecteurs peut explorer les x lignes. Les formules ci-dessus sont applicables en prenant pour t le temps moyen pendant lequel chacun de ces N sélecteurs est immobilisé sur l'une quelconque des lignes du groupe considéré (par exemple le temps pendant lequel chaque sélecteur de centaine est arrêté sur des lignes allant à la 7^e centaine).

Ceci n'est toutefois pas rigoureusement exact si les lignes aboutissant aux N sélecteurs sont multipliées sur les contacts de mêmes sélecteurs d'ordre $N - 1$; si c'était le cas pour un trop grand nombre de ces lignes, il vaudrait mieux appliquer les formules au cas des appels eux-mêmes, N représentant cette fois le nombre d'appels véhiculés par les x lignes auxiliaires ; on serait ainsi sûr d'avoir pour les probabilités des valeurs approchées par excès.

2° Si chacun des N sélecteurs ne peut explorer les x lignes, les formules ne sont plus applicables ; si l'on divise les N sélecteurs en deux moitiés, ou en trois tiers, explorant chacun $\frac{x}{2}$ ou $\frac{x}{3}$ lignes, les formules redeviennent applicables à ces nombres réduits, mais on perd

ainsi une partie de la sélectivité du système, et le rendement des appareils et des lignes diminue. Pour l'améliorer, on opère généralement ainsi : soit N sélecteurs ne pouvant explorer que 10 contacts par niveau ; si sur un niveau le trafic exige qu'on multiple 16 lignes, on en prend $16 - 10 = 6$ qu'on multiple sur les 6 premiers contacts du niveau voulu des $\frac{N}{2}$ premiers sélecteurs, 6 autres qu'on multiple sur les 6 mêmes contacts des $\frac{N}{2}$ autres, et les 4 dernières lignes sont multipliées sur les 4 derniers contacts des N sélecteurs.

Pour calculer dans ce cas la probabilité qu'un appel ne puisse aboutir, voici comment il faudrait procéder :

On commence par calculer, suivant les procédés déjà indiqués, le nombre d'appels, qui, dans chaque groupe de $\frac{N}{2}$ premiers sélecteurs, trouvent les 3 premières lignes spéciales à chaque groupe simultanément occupées. La somme de ces deux nombres donne le nombre d'appels, qui sont aiguillés sur les 4 lignes communes. On calcule de nouveau le nombre d'entre eux qui les trouveront toutes quatre occupées, et on a ainsi le nombre d'appels retardés ou perdus, suivant le cas.

3° Si entre les sélecteurs d'ordre n et les sélecteurs d'ordre $n + 1$ on intercale des chercheurs auxiliaires, de façon à augmenter le nombre x des sélecteurs (ou lignes auxiliaires), d'ordre $n + 1$, accessibles à un même sélecteur d'ordre n , le problème devient analogue à celui des présélecteurs secondaires, que j'ai étudié dans le numéro des *Annales* déjà cité. Je ne reviendrai pas sur cette question.

Dans les systèmes semi-automatiques, l'existence d'un intermédiaire humain a pour résultat de modifier complètement les données du problème. En effet dans la plupart de ceux de ces systèmes qui comportent la supervision de la communication par l'opératrice, les appels ne sont plus répartis au hasard sur tous les premiers sélecteurs, ou circuits de connexions, libres et accessibles, mais le degré d'occupation de l'opératrice, c'est-à-dire le nombre d'appels en attente sur sa position, intervient pour limiter l'accessibilité des circuits libres de sa position. Dans les systèmes sans supervision au contraire, la sélection de l'opératrice se faisant généralement de façon indépendante, les conditions de sélection du premier sélecteur ne sont pas modifiées ; seule la durée d'occupation de celui-ci est susceptible de se trouver majorée dans les périodes d'encombrement.

Quant aux opérations de sélection commandées par les opératrices elles-mêmes, elles subissent évidemment du fait de l'intermédiaire

humain une régularisation qui aplatit plus ou moins les pointes de la courbe de répartition des appels telle qu'elle résulterait des lois du hasard ; quel que soit le nombre des appels transmis par les sélecteurs successifs, le maximum du nombre d'appels transmis simultanément est forcément limité par le nombre d'opératrices présentes.

Service d'Études et de Recherches Techniques

DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Installation d'amplificateurs sur le câble Brest-Dakar.

Les expériences d'amplification, précédemment annoncées, ont eu lieu sur le câble Brest-Dakar et ont donné d'excellents résultats.

Avec les moyens actuels, ce conducteur, dont la constante de temps est de 5 s. 61, ne permet guère la transmission de plus de 90 à 95 lettres par minute ; au delà de ce chiffre, la lecture, à l'arrivée, si elle reste encore possible pour les textes en langage clair, où l'on peut deviner une lettre mal formée, devient précaire avec les télégrammes, très nombreux, rédigés suivant l'un des codes en usage sur les câbles, d'où une source de retards et d'altérations ; il est donc préférable de ne pas dépasser les vitesses indiquées ci-dessus ; et, même dans ces limites, la traduction ne peut être confiée qu'à des agents particulièrement habiles.

Lorsque les deux postes extrêmes auront été munis d'une installation semblable à celle qui a été expérimentée à Brest, la transmission pourra avoir lieu à raison de 120, et même, peut-être, de 125 lettres par minute, ce qui correspond à une augmentation d'environ 30 %. Le capital considérable que représente le câble rend ce chiffre particulièrement intéressant.

Le système comprend deux parties distinctes : les signaux, transmis avec un voltage réduit d'un tiers ou même de moitié, sont, à l'arrivée, rendus tout à fait corrects à l'aide d'un dispositif de décharge ; celui-ci comprend essentiellement un shunt magnétique, composé d'une self et d'une résistance ohmique, toutes deux réglables, de sorte qu'on peut donner à l'ensemble la

constante de temps qui convient exactement à la vitesse de la transmission.

Les signaux microscopiques, ainsi obtenus, ne pourraient être lus directement : ils sont amenés à la dimension requise à l'aide d'un amplificateur à lampes, à deux étages. La réception devient alors d'une lisibilité parfaite et, de l'avis des spécialistes, les signaux acquièrent une pureté de forme qu'on ne peut obtenir, avec les moyens ordinaires, sur un câble d'une telle longueur, avec une vitesse réduite.

Un prochain article donnera la description complète de cette installation.

La téléphonie à grande distance en France.

Un des effets heureux de l'intervention américaine dans la guerre mondiale a été de laisser chez nous, à l'issue des hostilités, un matériel téléphonique important comprenant notamment une vingtaine de relais téléphoniques dont l'utilisation a permis de réaliser un progrès considérable en téléphonie à grande distance en France.

Dès 1917 le Service d'Études avait entrepris des essais de téléphonie à grande distance, en particulier entre Compiègne alors grand quartier général des armées françaises et Milan base du corps expéditionnaire français en Italie, au moyen d'un montage de relais téléphonique réalisé au laboratoire de l'École supérieure des Postes et Télégraphes.

Mais la question des relais téléphoniques n'a pu vraiment être envisagée dans son ensemble par l'Administration qu'à la suite des travaux de la Mission aux États-Unis (juillet 1917) (1), travaux qui n'ont pu être publiés en détail dans les *Annales* que beaucoup plus tard (2).

(1) *Annales des P. T. T.*, décembre 1917. Application des amplificateurs à l'exploitation téléphonique, par G. Valensi, ingénieur des Télégraphes.

(2) *Annales des P. T. T.*, mars 1921. Les relais téléphoniques de la Western Electric Company, par G. Valensi, ingénieur des Télégraphes.

Dès lors, l'Administration avait une doctrine en matière de relais téléphoniques, et il ne lui restait plus qu'à se procurer les appareils reconnus les meilleurs.

Le rachat du stock de matériel télégraphique de l'Armée américaine qui, engagé dès 1917 par le Service d'Études a pu se faire en 1919 sur la base très avantageuse de moins de 7 francs le dollar, a fourni à l'Exploitation téléphonique française une vingtaine de relais téléphoniques parfaitement étudiés et soigneusement construits par la Western Electric Cy.

Quelques-uns de ces appareils n'ont pas tardé à être réutilisés par l'Administration (1) peu de temps après le départ des troupes américaines. Ils sont actuellement tous en service dans les conditions suivantes.

Station de Paris interurbain. — En vue d'améliorer les grandes communications téléphoniques transitant par le bureau central interurbain de Paris, l'Administration avait fait installer l'année dernière à ce bureau, à titre d'essai, un relais amplificateur sur cordons de la Western Electric Cy (type de campagne) prélevé sur le stock laissé en France par l'armée américaine.

Ce relais amplificateur provisoire desservait une vingtaine de circuits internationaux et intérieurs.

Une expérience de six mois a permis de se rendre compte, non seulement que les relais amplificateurs pouvaient être mis en place et normalement utilisés sans aucune modification de la complexe installation du meuble de Paris-Interurbain, mais aussi qu'il était facile d'adapter le relais amplificateur au mode d'exploitation de circuits interurbains actuellement en vigueur.

Aussi, en présence de ces constatations favorables fut-il décidé de développer la station en substituant à l'appareil provisoire (type fixe de campagne) quatre relais amplificateurs sur cordons, susceptibles de desservir quatre-vingts circuits.

Cette opération délicate vient d'être terminée. Après des essais satisfaisants, les quatre relais amplificateurs ont été mis en ser-

(1) *Annales des P. T. T.*, septembre 1920. Les relais téléphoniques en France par M. Ruat, ingénieur des Télégraphes.

vice le 18 mai avec un plein succès, rendant ainsi presque complète, la réutilisation des vingt appareils de l'espèce que nous laissa le Signal Corps et donnant une liaison d'ensemble aux différentes stations départementales précédemment installées.

Le réseau amplifié se présente donc, à l'heure actuelle, tel que l'indique la carte ci-jointe avec la station amplificatrice principale de Paris-Interurbain agissant seule ou — sur les plus grandes communications — avec le concours des stations amplificatrices satellites.

Bien que ce réseau soit encore incomplet, nous le répétons, il constitue un progrès très sensible de la téléphonie à grande distance ; grâce à la réutilisation hâtive de ces nouveaux et merveilleux appareils que la grande guerre fit connaître à notre service et dont l'Administration eut l'heureuse prévoyance de s'assurer la priorité d'achat en fin de campagne, l'on a pu améliorer considérablement les grandes communications téléphoniques intérieures et internationales et favoriser, par suite, d'une manière très sensible, la reprise des affaires.

Comment ne pas reconnaître l'intérêt que présentent à l'heure actuelle de grandes communications telles que : Paris-Amsterdam, Paris-Madrid, Londres-Berne, Londres-Zurich, Londres-Genève, Londres-Turin (et même Londres-Madrid, 2.000 km.), Londres-Strasbourg, Anvers-Marseille, Strasbourg-Bordeaux, Calais-Nice, Dunkerque-Cette, etc., etc., qu'il est impossible de faire aboutir sans relais amplificateur ?

La constitution du réseau amplifié a commencé, avons-nous dit plus haut, par les stations départementales dont quelques-unes ont eu immédiatement un rendement intensif.

Station de Bordeaux. — L'installation du relais de Bordeaux sur la communication Paris-Madrid (1.400 km.) répondait à un tel besoin que, dès sa mise en service, le trafic international atteint une importance inconnue jusqu'alors. Les agences de presse parisiennes qui, chaque nuit, échangent des conversations d'abonnement avec leurs correspondants madrilènes, ont déclaré que depuis l'installation du relais ils passent des informations deux fois plus importantes parce qu'ils peuvent parler

plus vite et sans crainte d'être coupés par leur correspondant par suite de mauvaise audition.

Station de Chaumont. — La station de Chaumont — l'une des plus importantes puisqu'elle comporte 4 relais embrochés — et la première installée, permet de réutiliser dans le plus court délai la nappe américaine, en fil de petit calibre (2 mm. 64) allant de Paris à la frontière allemande et de constituer ainsi les circuits Paris-Coblentz, Paris-Sarrebruck, Paris-Metz, présentant un intérêt tout spécial pour les relations avec les Pays Rhénans et la Lorraine reconquise.

Station de Tours-Saint-Nazaire-Limoges. — La station de Tours comportant également quatre relais embrochés — complétée par les stations de Saint-Nazaire et de Limoges — a permis de réutiliser la partie du réseau américain (toujours en fil de petit calibre 2 mm. 64) qui pendant la guerre reliait les bases de ravitaillement de l'Atlantique au grand état-major général installé à Paris. Les circuits Paris-Brest, Paris-La Rochelle, Paris-Limoges, Paris-Bordeaux, ainsi constitués, sont actuellement d'un précieux secours pour notre réseau national.

Station de Clermont-Ferrand. — Il n'est pas sans intérêt de citer ensuite et tout spécialement la station de Clermont-Ferrand comportant un relais embroché sur le circuit Paris-Cette. Depuis de nombreuses années, ce circuit ne permettait, en raison de sa longueur, qu'une audition difficile entre postes extrêmes et même impossible entre la plupart des « au delà ». La mise en service du relais de Clermont en fin 1920, a établi des relations excellentes non seulement entre Paris et les régions méditerranéenne et pyrénéenne mais aussi entre Paris et la très active région espagnole de Barcelone.

Doit-on citer la réflexion d'un correspondant de Perpignan parlant à un abonné de Paris par le circuit Toulouse-Paris amplifié à Limoges : « Est-ce bien de Paris que vous me parlez ? Je vous entends si distinctement que je vous croirais à Perpignan même. »

Station de Bruxelles. — Les communications téléphoniques avec les Pays-Bas, interrompues en 1914, ne purent être reprises,

par suite de la construction des artères de la zone dévastée en fil de petit diamètre, qu'en installant, à Bruxelles, un relais-amplificateur sur cordons, susceptible d'être connecté d'une part, à l'un des circuits Bruxelles-Paris, d'autre part aux circuits Bruxelles et Amsterdam et Bruxelles-Rotterdam. Ce relais amplificateur — type portatif — ne suffit déjà plus à écouler le trafic franco-hollandais et devra être doublé lorsque l'Administration disposera de nouveaux appareils.

Station de Lyon. — La station de Lyon comporte deux relais embrochés : un montage anglais réutilisé tel quel pour améliorer l'audition sur le circuit Paris-Nice ; un montage français, permettant l'exploitation normale du circuit Paris-Marseille 3° qui ne serait pas utilisable dans les conditions ordinaires.

Station d'Abbeville. — La station d'Abbeville comporte quatre montages anglais, permettant l'exploitation de quelques anciens circuits stratégiques Paris-Londres construits pendant la guerre par l'Armée anglaise.

Deux stations présentant un grand intérêt immédiat sont à l'étude :

1° *la station de Charleville* qui comporterait un relais embroché sur le nouveau circuit international provisoire Nancy-Bruxelles dont le faible diamètre ne permet pas la grande portée d'audition que réclament impérieusement les relations économiques des régions nancéienne, alsacienne et lorraine avec la Belgique et les Pays-Bas ;

2° *la station de Strasbourg* qui comporterait un relais sur cordons destiné à connecter l'un des circuits Paris-Strasbourg à un circuit allemand, de manière à permettre la constitution d'une communication Paris-Prague (Tchéco-Slovaquie) absolument impossible, sans relais, d'après les essais d'audition effectués.

Le relais de Strasbourg permettrait d'ailleurs d'envisager d'autres grandes communications internationales franco-allemandes.

Quelques cas typiques d'utilisation du réseau amplifié. — La station de Paris-Interurbain présente évidemment une importance toute particulière en raison des multiples échanges de

communications qu'il est actuellement facile d'établir alors que jusqu'ici ils étaient généralement très difficiles sinon impossibles. De nombreuses communications Anvers-Marseille que l'on devait annuler pour faiblesse d'audition ont actuellement lieu dans les meilleures conditions. Le nombre des communications de Londres avec la Suisse et avec l'Alsace-Lorraine augmente chaque jour.

Les industriels de la région de Saint-Claude (Jura), notamment les fabricants de pipes, qui commercent beaucoup avec Londres, se sont plaints de ne pouvoir téléphoner en Angleterre dans les conditions ordinaires.

Le relais de Paris leur permet maintenant de traiter téléphoniquement et dans des conditions très satisfaisantes leurs affaires franco-anglaises.

A la suite d'une intervention du Président du Syndicat général des marchands de poisson de province à Nancy signalant que la communication Nancy-Lorient, bien qu'officiellement autorisée, était extrêmement difficile par suite de la faiblesse d'audition, des dispositions furent prises à Paris-Interurbain en vue de l'introduction d'un relais amplificateur sur cette communication. Depuis lors, des échanges quotidiens ont lieu à l'occasion desquels l'abonné demandeur, que ce soit Nancy ou Lorient, a bien soin de réclamer le « renforceur ».

Ces quelques exemples, qui perdront tout intérêt au fur et à mesure que le relais amplificateur entrera dans la pratique téléphonique, montrent quel peut être le rendement technique de cet appareil.

Surveillance et exploitation des relais amplificateurs. — Toutefois, pour que ce rendement soit maximum, il importe que la surveillance technique et le mode d'exploitation aient lieu comme il convient.

L'Administration a prescrit à toutes les stations amplificatrices la tenue d'un « registre de marche » des relais sur lequel doivent être notées les constatations relatives aux batteries d'alimentation et à l'état des ampoules amplificatrices. Ainsi qu'il a été expliqué au personnel au cours des conférences faites au

moment des installations, ainsi qu'il est souligné dans les notices sur le fonctionnement des appareils remises au même moment, ce n'est qu'en maintenant rigoureusement constants les voltages et débits des batteries d'alimentation, que l'on peut obtenir le rendement normal du relais amplificateur. L'examen fréquent de l'état des ampoules amplificatrices suivant les indications données au personnel, permet d'en suivre l'usure progressive et d'éviter les mises hors de service inopinées qui peuvent immobiliser trop longtemps une installation.

Cette surveillance peut être effectuée par la surveillante, l'agent des mesures ou le contrôleur qui, en cas de constatations anormales, les signalera, s'il y a lieu, à l'agent mécanicien auquel il appartiendra de procéder aux essais prévus dans les notices descriptives et de faire toutes les recherches utiles au relèvement des dérangements.

Le réglage de l'amplification donnée par les relais amplificateurs, et qui varie avec les caractéristiques des circuits connectés, exige une certaine expérience ; il y a, par suite, intérêt pour le bon rendement des relais, embrochés ou sur cordons, à spécialiser le personnel chargé de ces appareils.

En ce qui concerne le mode d'exploitation des relais sur cordons, une question très importante se pose : Quelle doit être la table directrice dans le cas d'une communication de transit indiquée comme devant utiliser un relais amplificateur.

Dans les bureaux centraux interurbains de l'« American Telephon Cy » où le relais amplificateur sur cordons est d'usage courant, les communications devant emprunter des deux côtés du bureau de transit des circuits utilisables avec relais sont préparées et dirigées par l'« opératrice-relais ».

A Paris-Interurbain, le service d'exploitation crut tout d'abord pouvoir continuer à faire application de la réglementation ordinaire d'après laquelle la préparation de la communication incombe à l'opératrice de la table du côté du demandeur ou du circuit d'ordre supérieur.

Mais les nombreux inconvénients de ce mode de procéder conduisirent rapidement à pratiquer la méthode américaine bien,

qu'elle fût évidemment contraire aux textes français édictés à une époque où l'on ne pouvait même pas prévoir le relais téléphonique.

Il conviendra, par suite, de mettre les instructions administratives en concordance avec les faits afin d'éviter toute équivoque préjudiciable à la bonne marche du service.

L'obligation faite aux opératrices des tables interurbaines de passer aux positions-relais toutes les communications indiquées comme devant emprunter un amplificateur, supprimerait toute hésitation de nature à avoir pour conséquence une moins bonne audition entre correspondants et même une audition tout à fait insuffisante ou nulle.

Conclusions et projets d'avenir. — Puisque les progrès de la téléphonie et les conséquences de la guerre ont eu pour résultat de doter notre pays d'un réseau amplifié, il convient de mettre tout en œuvre pour en faire bénéficier dans la plus large mesure les différentes branches de l'activité économique.

Nous serons ainsi entièrement prêts à assurer le développement de ce réseau dès que l'Administration aura pu prendre livraison d'une importante commande de relais qui lui permettra, tout en ménageant les dépenses de construction de lignes, d'augmenter la portée des communications jusqu'à les rendre commerciales entre deux points quelconques, même les plus éloignés du territoire.

Travaux exécutés par la section de téléphonométrie.

La section de téléphonométrie du Service d'études et recherches techniques a reçu et étudié, de décembre 1920 à fin mai 1921, 143 postes téléphoniques de toutes marques et de toutes origines : postes administratifs, militaires, etc.

Parmi ces appareils, 39 ont été étudiés particulièrement en vue de leur admission sur les réseaux de l'État ; 28 étaient à batterie centrale intégrale, 11 à batterie locale.

Le Comité technique a décidé de n'admettre les nouveaux types d'appareils présentés par les constructeurs que si ces

appareils ne sont pas inférieurs à l'étalon absolu de plus de cinq miles de câble standard, tant à la transmission qu'à la réception. D'après cette règle, parmi tous les appareils présentés à l'administration dans la période indiquée ci-dessus, deux types d'appareils seulement ont été admis : un à batterie centrale intégrale, un à batterie locale. Les autres ont donné aux essais, des moyennes trop élevées allant parfois jusqu'à 20 ou 30 m. c. s. pire.

Trop souvent les appareils présentés par les constructeurs n'ont manifestement pas été l'objet de soins particuliers pendant la fabrication et la mise au point comme on serait en droit de le penser. Les quelques exemples qui suivent suffiront à démontrer que parfois ces appareils n'ont même pas été essayés par les constructeurs au point de vue de l'efficacité de transmission et de réception. Les microtéléphones combinés ont une longueur quelconque ; ce qui détermine d'une façon évidente des différences d'efficacité. On a constaté par exemple une différence de cinq à douze millimètres entre cinq appareils de la même série, d'où résultaient des différences d'efficacité allant jusqu'à 4 m. c. s.

D'autres appareils présentaient des ruptures dans le câblage et, fait très général, des réglettes de connexion où les vis n'étant pas bloquées n'assurent pas de bons contacts électriques.

Voici quelques constatations relatives aux microphones : dans un combiné, les connexions intérieures court-circuitent la capsule microphonique.

Dans certains types d'appareils, la capsule microphonique est placée tout contre l'oreille, sous le récepteur, c'est-à-dire le plus loin possible de la bouche : efficacité à la transmission correspondante : 12 m. c. s. pire, — 17.7 m. c. s. pire.

Des capsules amovibles d'un nouveau type, soi-disant perfectionné, ont donné de très mauvais résultats (27 m. c. s. pire), tandis qu'une capsule de modèle courant placée dans le même appareil donnait 14 miles pire.

Voici maintenant quelques constatations faites sur les récepteurs :

Un récepteur donnant une audition très mauvaise (28 pire).

on constate que les prolongements polaires sont de longueur inégale, près de 2 m/m de différence. Dans un autre, les prolongements polaires beaucoup trop longs, ont marqué profondément leur empreinte dans la plaque vibrante.

On trouve dans un récepteur, dont les organes sont tels qu'ils arrivent de l'usine, un écrou en fer, de la limaille de fer, des débris de métal, etc., ce qui indique un assez grand laisser-aller dans l'usine d'où sort cet appareil.

Dans certains récepteurs, les rondelles de laiton sont trop épaisses et éloignent trop la membrane des pièces polaires, de sorte que la sensibilité du récepteur est très faible.

En général, les récepteurs constitués par des aimants formés de plusieurs pièces donnent de mauvais résultats; il arrive presque toujours que le magnétisme du noyau le plus aimanté contrarie et parfois neutralise le magnétisme des autres noyaux.

En ce qui concerne les bobines d'induction, on a constaté qu'elles étaient souvent très mal étudiées.

Par exemple, un combiné qui donnait dans un poste muni d'une certaine bobine une efficacité à la réception de 25.3 m. c. s. pire, a donné une efficacité à la réception de 4.2 miles pire seulement avec une autre bobine mieux appropriée.

Il convient de signaler qu'un combiné pour batterie locale faisant partie d'un poste à bouton d'appel présenté par un constructeur était monté avec une bobine d'induction de poste à batterie centrale intégrale, dont les enroulements avaient chacun 17 ohms; cela constitue une erreur déplorable.

Notice sur les essais des appareils téléphoniques à batterie centrale.

On a déjà décrit dans les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* (1) la méthode employée pour mesurer l'efficacité des appareils téléphoniques d'abonnés. L'essai complet d'un appareil

(1) Année 1920, pages 485 et suivantes.

comporte, en outre, un certain nombre d'autres épreuves. La présente notice donne les détails d'un essai complet.

Mesures d'efficacité de transmission et de réception. — Les mesures d'efficacité de transmission et de réception sont effectuées par une méthode de comparaison auditive avec un certain appareil choisi comme étalon de comparaison. Cet étalon possède un microphone Solid-Back et un récepteur à aimant permanent. Les appareils essayés peuvent d'ailleurs être supérieurs à l'étalon, le cas échéant.

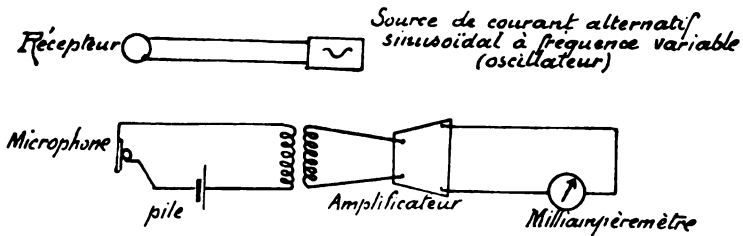
L'efficacité se mesure en déterminant les longueurs respectives de câble artificiel auxquelles l'appareil à essayer et l'appareil étalon doivent être raccordés pour donner à un observateur écoutant dans l'un et l'autre appareils deux auditions d'égale intensité.

Les conditions de conversation répondent aux conditions d'une conversation normale : chaque appareil est relié à un translateur avec batterie centrale à travers une résistance de 300 ohms figurant la ligne d'abonné et un relais de supervision ; la ligne artificielle entre les deux appareils est constituée, sauf réglage ultérieur pour obtenir l'égalité d'audition dans tous les essais, par 30 miles d'un câble standard ayant une constante d'affaiblissement de 0,109 par mile (à la pulsation 5000). On peut régler, mile par mile, la longueur de câble standard à ajouter aux 30 miles fixes sur l'appareil le plus efficace des deux appareils à comparer pour les rendre équivalents.

Essais d'articulation ou de netteté. — Des listes de mots mono ou disyllabiques au plus prêtant à confusion ont été dressées en grand nombre. On prend au hasard plusieurs de ces listes et on les dicte, à travers le microphone à essayer et une ligne sans déformation d'affaiblissement égal à 3, à un opérateur qui écoute toujours dans le même récepteur. On compare la liste écrite par cet opérateur à la liste dictée et l'on compte le pourcentage de mots correctement reçus.

La netteté des récepteurs se détermine d'une manière analogue en parlant toujours dans le même microphone et en écoutant successivement dans les divers récepteurs à essayer.

Mesure du couplage entre le microphone et le récepteur. —
On fait un montage comme dans la figure ci-dessous.



S'il y a du couplage entre le récepteur et le microphone, ce dernier engendrera des courants téléphoniques lorsque le courant de l'oscillateur est envoyé dans le récepteur. On fait la lecture du courant microphonique après en avoir convenablement amplifié et détecté la partie variable. Cette lecture mesure l'effet de couplage.

On établit pour chaque appareil la courbe du couplage en fonction de la fréquence.

Essais de crépitement ou de brûlage du microphone. — Le microphone étant suspendu dans une boîte sourde de façon à rester immobile et à n'enregistrer aucun bruit extérieur, on soumet le courant d'alimentation à des variations brusques ou à des interruptions.

On écoute dans une cabine sourde si le récepteur enregistre ou non des bruits provenant des étincelles entre les granules de charbon (crépitement ou brûlage du microphone).

Mesure de l'impédance de l'appareil à la pulsation 5000. — Ces mesures faites au pont à téléphone ou à tout autre appareil équivalent, ont pour objet de déterminer la résistance effective R et la réactance $L\omega$ à la pulsation 5000.

Essais d'effet local. — Le microphone étant maintenu immobile dans la salle d'expérience, on écouterait dans le récepteur l'effet produit par des bruits engendrés à diverses distances du microphone.

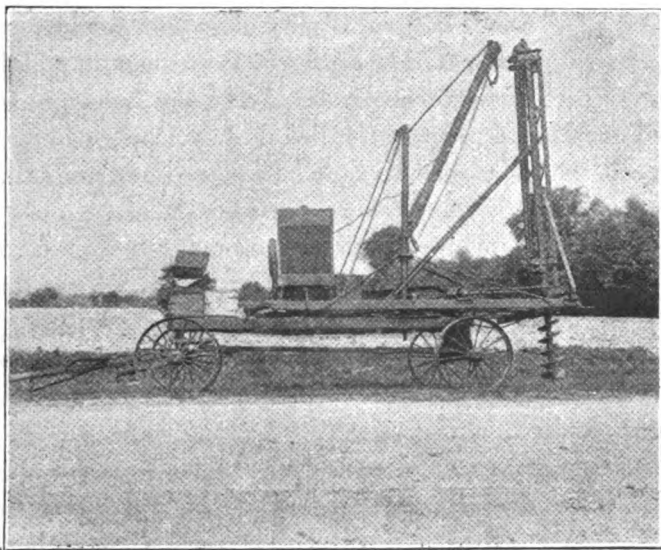
Essais de la variation de résistance du microphone. — On

mesurera la résistance du microphone en courant continu ; lorsque celui-ci est changé de position, retourné, renversé, etc., et l'on répétera cet essai après plusieurs conversations.

Essais de durée. — L'appareil sera soumis pendant plusieurs semaines à un régime d'alimentation constant et à l'influence constante d'une source de bruit placée devant lui. Simultanément une ou plusieurs fois par heure, l'appareil sera soumis à un choc d'une certaine importance. A la fin de la période d'essais, l'appareil sera soumis à une vérification mécanique et à des essais électriques.

Machine à planter les poteaux (1).

Depuis quelques années des machines à planter les poteaux se sont répandues ; leur succès est dû à ce qu'elles permettent la



mise en place rapide des poteaux, sans fatigue pour les ouvriers tout en procurant une économie sur le prix de revient de la plantation de près de 50 %.

Le Service d'Études a mis à l'essai, en France, une de ces machines (système Ingersoll Rand) permettant le forage des

(1) Voir *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, 1918, p. 638.

Ann. des P., T. et T., 1921-III (10^e année).

trous et la mise en place des poteaux par des moyens mécaniques.

La force motrice est produite par un moteur à essence de 40 chevaux placé à l'avant de la machine (on distingue nettement le radiateur et la manivelle de mise en marche du moteur sur la photographie). A l'arrière de la machine est placée la foreuse, sorte de grande tarière de 0 m. 30 de diamètre dont l'axe d'une longueur de 4 mètres est placé à l'intérieur d'un mât en treillis. La foreuse reçoit par un système de transmissions et d'embrayages un mouvement de rotation, un mouvement de déplacement (translation) de haut en bas ou de bas en haut. Les commandes de ces deux mouvements sont indépendantes l'une de l'autre, de sorte qu'il est possible de faire tourner la tarière en la laissant descendre sous son propre poids, ou de l'enfoncer dans le sol au moyen du moteur, tout en la faisant tourner, ou de la relever. Un frein placé sur l'arbre de commande du mouvement vertical permet d'immobiliser la foreuse en un point quelconque de sa course verticale. Le levage des poteaux se fait à l'aide d'une chèvre placée au milieu de la voiture, et d'un treuil qui reçoit son mouvement du moteur au moyen d'une transmission commandée par un embrayage spécial.

Les tiges de commande des divers embrayages et du frein sont placées à l'arrière de la voiture ; à proximité de ces tiges se trouve également la commande de l'admission du moteur et l'interrupteur du circuit d'allumage, de sorte que l'on peut de ce point régler la puissance de la machine ou l'arrêter instantanément en cas d'accident.

Tous ces organes sont placés sur une plate-forme qui n'est pas invariablement liée au reste du bâti de la machine, mais peut tourner autour d'un axe vertical au moyen d'un roulement à billes, ce qui permet d'orienter facilement la tarière.

La machine est à traction animale.

La machine permet de forer un trou de 1 m. 60, en une minute et demie à deux minutes ; la mise en place des poteaux de dix mètres, douze et quinze mètres au moyen du treuil se fait très facilement en une ou deux minutes.

Aux premiers essais il a été possible de planter jusqu'à dix poteaux en une heure au moyen de la machine.

COMITÉ TECHNIQUE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Économie de combustible par la modification de l'installation des génératrices de vapeur de l'Hôtel des Postes de Paris.

Les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* ont exposé en 1920 (p. 541) un projet de modification de l'installation des génératrices de vapeur de l'Hôtel des Postes de Paris : groupement sur un collecteur commun des génératrices servant à produire la force motrice et de celles servant au chauffage de l'immeuble ; marche à échappement libre en hiver, la vapeur d'échappement servant au chauffage, marche à condensation pendant l'été.

Les travaux correspondant à cette modification ont été exécutés au cours de l'hiver 1920-1921. L'économie de combustible déjà réalisée est de 750 tonnes et le prix des travaux de modification est déjà amorti. On pourrait ajouter le prix de l'eau de condensation qui n'a pas été consommée et le montant des salaires de huit chauffeurs auxiliaires qui ont été licenciés.

Enfin, comme il avait été prévu, on pourra, grâce à la souplesse de la nouvelle installation, visiter et réparer périodiquement toutes les tuyauteries sans troubler la marche du service.

Cabines téléphoniques publiques sans préposé.

Appareil à prépaiement.

L'Administration a mis en service, depuis plusieurs mois, un type d'appareil à prépaiement pour cabines téléphoniques publiques desservies sans préposé. Le client verse l'argent dans l'appareil et le poids de l'argent versé fait jouer un organe qui

appelle le bureau central. La téléphoniste du bureau central répond à cet appel, mais le client ne reçoit le courant microphonique qu'autant que cette opératrice appuie sur un bouton spécial. Elle prend la demande du client et deux cas peuvent alors se présenter : a) la communication demandée peut être donnée, la téléphoniste se retire après avoir appelé l'abonné demandé et alors l'abonné demandeur a besoin, pour continuer à recevoir du courant microphonique, d'appuyer sur un bouton d'encaissement qui fait tomber dans la caisse de l'appareil l'argent du prépaiement ; b) la communication demandée ne peut être donnée, et alors l'abonné demandeur appuie sur un bouton de remboursement pour se faire rendre l'argent du prépaiement.

Les appareils dont le modèle avait été préalablement soumis à l'appréciation du Comité technique ont été placés dans des cabines publiques aux bureaux des rues du Louvre, de Grenelle, du Four, Dupin et des Saints-Pères ; ils fonctionnent de façon fort satisfaisante et le public s'en sert avec prédilection. Le personnel des bureaux centraux les a également accueillis avec faveur et l'on estime qu'une opératrice spécialisée peut donner sur des cabines à prépaiement jusqu'à 90 communications à l'heure.

Le système électrique de blocage du microphone de la cabine publique avant l'encaissement définitif comporte la mise en dérivation d'une bobine différentielle sur le circuit de conversation. La perte d'efficacité résultant de cette dérivation ne dépasse pas 1 mile 8 de câble standard à la transmission et 0 mile 2 à la réception.

Modification au multiple télégraphique.

Le signal de « ligne occupée » est donné, au multiple télégraphique, à l'aide d'un manipulateur automatique, fonctionnant d'une façon permanente et relié à des jacks spéciaux, multiplés ensemble et répartis sur les différents groupes. Une pile négative de 20 volts est mise en relation avec les ressorts courts de ces jacks et, si l'on introduit une fiche dans l'un d'eux, va action-

ner le relais translateur qui lui correspond, et celui-ci réexpédie, sur la ligne appelante, le signal « OC », abréviation de « occupée ».

Ce signal peut être émis simultanément sur un nombre quelconque de lignes ; toutefois, si l'un des postes terminus croit devoir donner un signal quelconque, « compris » par exemple, le relais qu'il actionne envoie au jack d'occupation la batterie de transmission de 50 volts positifs. Il en résulte un mélange qui, à cause du multiplage, se propage à tous les autres jacks, et le signal « OC » est brouillé sur toutes les lignes.

M. Ezanno, agent-instructeur à Paris, propose de remédier à cet inconvénient d'une façon extrêmement simple : il supprime la pile du manipulateur automatique et la remplace par la terre ; d'autre part, il amène en permanence, aux jacks d'occupation, la batterie de 50 volts, à travers une résistance de 1.500 ohms. Dans ces conditions, si un relais translateur est mis sur travail pendant que la fiche qui lui correspond est dans un jack d'occupation, il envoie bien ses 50 volts à la tête de la fiche, mais comme ils y sont déjà par le ressort court, il n'en résulte aucun trouble sur les autres lignes.

Cette modification simple et efficace a été adoptée par le Comité technique.

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Revue française, par M. TAFFIN, Directeur des Postes et Télégraphes.
 — Revues étrangères, par M. REYNAUD-BONIN, Ingénieur, et M. CAUCHIE, Inspecteur des Postes et Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUE FRANÇAISE

Sur le dimensionnement des filtres ou bouchons usités en radio-technique, par J. BETHENOD (*Radio-électricité*, juin 1921). — Actuellement, dans toutes les installations comportant l'emploi de courants de fréquence élevée, il est fait usage de « filtres » ou « bouchons » destinés à arrêter le passage de certains de ces courants. La forme la plus simple de tels appareils est évidemment constituée par une bobine de self-induction à noyau ferromagnétique, dont l'inductance est suffisante pour ne laisser passer qu'un très faible courant de fréquence élevée, tandis que son impédance demeure négligeable pour un courant continu ou un courant de très basse fréquence. Une semblable bobine est d'un usage courant et, à la suite d'une conversation avec M. M. Latour, nous avons été conduits à chercher une solution des deux problèmes suivants qu'il nous a posés :

1° *Étant donné un noyau ferro-magnétique de dimensions déterminées, fixer le nombre des spires N qui conduit à la self-inductance maximum, ces spires devant être parcourues par un courant continu d'intensité donnée I_0 .*

On conçoit *a priori* que le nombre de spires comporte une valeur optimum, en raison de l'existence du courant continu I_0 , les ampères-tours NI_0 entraînant une saturation du noyau lorsqu'ils dépassent une certaine valeur.

Soient Φ le flux et I le courant total ; le coefficient de self-induction L sera défini par l'égalité :

$$L \frac{dI}{dt} = N \frac{d\Phi}{dt} ,$$

c'est-à-dire par

$$(1) \quad L = N \frac{d\Phi}{dI},$$

pourvu que le courant alternatif $i = I - I_0$, qu'il s'agit justement d'étouffer, ait une intensité assez réduite pour que le quotient $\frac{d\Phi}{dI}$

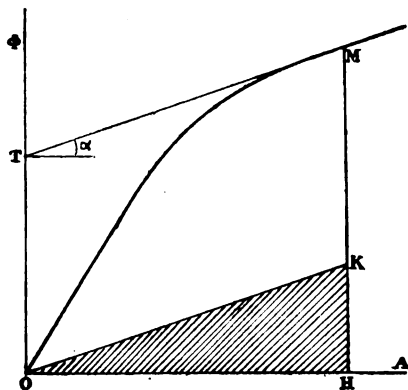


Fig. 1.

puisse être considéré comme constant pendant toute la durée d'une période. Considérons (fig. 1) la courbe $\Phi = f(A)$, A étant le nombre des ampèretours totaux NI ; au courant $I_0 = \frac{\overline{OH}}{N}$ correspondra le flux $\Phi_0 = \overline{HM}$ et, si l'on mène la tangente MT au point M , on peut écrire :

$$\frac{d\Phi}{dI} = N \operatorname{tg} \alpha = \frac{A_0}{I_0} \operatorname{tg} \alpha.$$

En substituant dans (1), il vient :

$$(2) \quad L = \frac{A_0^2}{I_0^2} \operatorname{tg} \alpha.$$

Si maintenant on fait varier N , c'est-à-dire A_0 (qui lui est proportionnel pour une valeur donnée de I_0), à chaque valeur de A_0 correspondra d'après (2) une valeur de L mesurée par la surface hachurée du triangle rectangle OHK , obtenu en menant $\overline{OK}$ parallèle à $\overline{MT}$. D'après cette représentation simple, il est manifeste que la surface dudit triangle passe par un *maximum*, lorsque N , c'est-à-

dire A_0 , croît indéfiniment, pour peu que la courbure de la caractéristique $\Phi = f(A)$ soit suffisamment accentuée. Ce maximum aura lieu généralement, d'ailleurs, au voisinage du coude de ladite caractéristique. Pour le déterminer, on peut, au lieu de procéder par planimétrages successifs des surfaces OHK, opérer de la façon suivante :

On trace par points la courbe auxiliaire :

$$\psi(A_0) = A_0 f'(A_0) = A_0 \operatorname{tg} \alpha ;$$

la self-inductance L est alors proportionnelle au produit $\psi \times A_0$, et le maximum de ce produit a lieu pour :

$$\frac{\partial}{\partial A_0} (\psi \times A_0) = 0$$

ou :

$$(3) \quad \frac{d\psi}{dA_0} = \frac{\psi}{A_0},$$

condition qu'il est très facile d'interpréter géométriquement.

Traçons en effet (fig. 2) la courbe des ψ ; on obtient une courbe OCS qui, après avoir monté rapidement, tombe de même pour passer par un minimum peu accentué et finalement remonter très lentement.

D'après (2) et (3), le maximum de L en fonction de A_0 a donc lieu quand le coefficient angulaire $\operatorname{tg} \gamma$ ($\gamma = \widehat{\text{HOS}}$) est tel que l'angle γ est le supplément de l'angle β que fait la tangente en S avec l'axe des abscisses. *Le triangle OSQ est alors isocèle*, ce qui facilite la recherche du point correspondant au maximum de L . Sur la fig. 2, c'est justement ce point qui a été représenté en S, la courbe OM tracée comme exemple correspondant au cas d'une bobine de self-induction sans entrefer (Tôles de la Compagnie des Forges d'Audincourt). La densité du flux étant supposée uniforme pour tout le circuit magnétique, on peut d'ailleurs ici prendre comme abscisses des ampèretours par centimètre et comme ordonnées des inductions. Dans le présent cas, on obtient ainsi une induction de 10.500 gauss correspondant à 5,85 At/cm. environ. Le maximum de L est donc atteint ici lorsque les ampèretours continus dépassent nettement le début de la saturation ; il va de soi qu'avec un entrefer l'on serait

conduit à choisir un point de fonctionnement encore plus à droite sur la courbe des flux.

En réalité, il convient de remarquer que le nombre de spires pris ci-dessus comme variable ne peut croître indéfiniment en pratique ; d'une part, un accroissement exagéré conduirait à une résistance ohmique excessive et, d'autre part, l'emplacement disponible pour

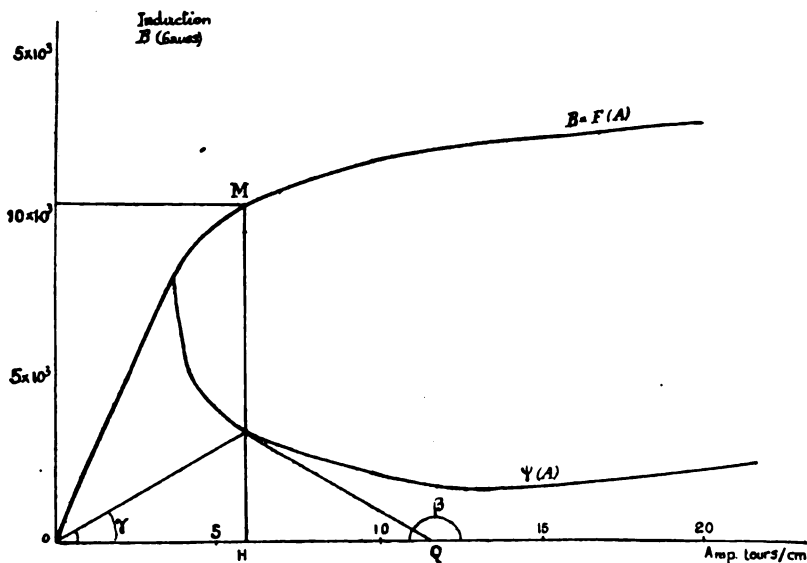


Fig. 2.

l'enroulement est généralement limité. Le problème ci-dessus correspond surtout au cas où l'on a à protéger contre les courants de haute fréquence un appareil possédant une résistance ohmique relativement élevée.

Enfin, ainsi que me l'a fait remarquer M. M. Latour, il est à noter que pour déduire la formule (2) de la courbe Φ de la figure 1, on suppose *a priori* que la sel-induction apparente est bien déterminée

par le rapport $\frac{d\Phi}{dA}$ mesuré sur la courbe OM, c'est-à-dire par $\tan \alpha$.

Or, d'après les essais de Ganz (1), notamment, la perméabilité diffé-

(1) Cf. notamment R. Jouaust, *Le ferro-magnétisme*, p. 96.

rentielle *réelle* s'écarte en général très notablement de la valeur numérique de la tangente en question. En conséquence, si l'effet-bouchon doit être très accusé (cas par exemple des bouchons associés aux amplificateurs), c'est-à-dire si l'amplitude des ampèretours alternatifs est négligeable vis-à-vis des ampèretours continus A , on doit tracer *directement* la courbe des ψ (fig. 2) en partant de la perméabilité différentielle relative à la partie ferromagnétique du circuit; cette perméabilité sera déterminée par la méthode donnée par Ganz et autres. Supposons, par exemple, que ce circuit magnétique comporte un entrefer de réluctance $\mathcal{R}$ et que la partie ferro-magnétique possède une section constante, donc une induction uniforme, soit A les ampèretours correspondants, de telle sorte que $\frac{d\Phi}{da}$ mesure la perméabilité différentielle réelle.

Les ampèretours totaux sont :

$$(I) \quad \left\{ \begin{array}{l} A = a + \mathcal{R} \Phi \\ \text{donc} \quad \frac{d\Phi}{dA} = \frac{\frac{d\Phi}{da}}{1 + \mathcal{R} \frac{d\Phi}{da}} \end{array} \right.$$

Le système (I) permet de tracer la courbe des ψ (fig. 2), pour peu que la courbe $\frac{d\Phi}{da} = \varphi(a)$ soit connue, et la solution du problème s'obtiendra encore comme précédemment, au moyen du triangle isocèle OSQ.

On peut aussi utiliser *directement* la courbe des $\chi = \frac{d\Phi}{dA}$; le maximum de L a lieu alors pour :

$$(3') \quad \frac{d\chi}{dA_0} = Q \frac{\chi}{A_0},$$

égalité qu'il est encore facile d'interpréter géométriquement comme (3), mais cette fois-ci avec un triangle non isocèle.

En résumé, pour évaluer le maximum éventuel de L en fonction de N , l'on déterminera la courbe ψ ou φ en partant soit de la courbe d'aimantation de la figure 1, soit des courbes directes de perméabilité différentielle des parties-fer du circuit magnétique,

selon que l'effet-bouchon recherché doit être plus ou moins accusé, la seconde méthode correspondant au cas où cet effet est pratiquement absolu. Le maximum de L correspond alors avec un circuit magnétique fermé, à une induction beaucoup plus élevée que celle déterminée au moyen de $\operatorname{tg} \alpha$; M. M. Latour se réserve d'ailleurs de revenir en détail sur ce cas dans un article ultérieur.

2° Étant donné un noyau ferro-magnétique de dimensions déterminées et un enroulement excitateur ayant un nombre de spires N donné, déterminer l'entrefer qui donne éventuellement le coefficient de self-induction maximum L , un courant continu d'intensité connue I_0 traversant ledit enroulement excitateur.

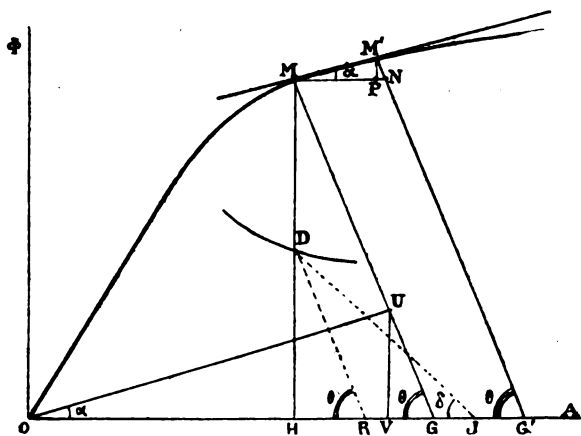


Fig. 3.

Considérons (fig. 3) la courbe d'aimantation OM de la partie ferro-magnétique du noyau en fonction des ampèretours correspondants; si l'on mène par le point M quelconque une droite $\overline{MG}$ dont le coefficient angulaire $\operatorname{tg} \theta$ est proportionnel à la perméance de l'entrefer, on obtient en $\overline{OG}$ les ampèretours totaux $A_0 = NI_0$ correspondant à un flux $\Phi_0 = \overline{MH}$. Supposons maintenant qu'on donne un accroissement $\overline{GG'}$ aux ampèretours; il en résulte pour le flux un accroissement $\overline{MP}$, P étant le pied de la perpendiculaire abaissée sur l'horizontale $\overline{MN}$. Par analogie avec ce qui a été dit plus haut, nous admet-

trons que le coefficient de self-induction L , pour un courant alternatif de faible intensité, est proportionnel au quotient :

$$q = \frac{\Delta \Phi}{\Delta A} = \frac{\overline{MP}}{\overline{MN}}$$

Or, si la longueur $\overline{MN}$ est faible, on peut admettre que :

$$\overline{MP} = \frac{\overline{M'P}}{\operatorname{tg} \alpha}$$

D'autre part, on a :

$$\overline{PN} = \frac{\overline{M'P}}{\operatorname{tg} \theta}$$

de telle sorte que :

$$(4) \quad q = \frac{\overline{MP}}{\overline{MN}} = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \theta}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \theta}.$$

Il est facile de suivre ainsi sur la courbe d'aimantation l'influence de l'entrefer. Pour cela, il suffit, la longueur $\overline{OG}$ étant fixe, de choisir des valeurs successives de θ , décroissantes à partir de $\theta = \frac{\pi}{2}$, et de mesurer la tangente en chaque point M correspondant.

On trace ainsi point par point la courbe $q = F(\operatorname{tg} \theta)$, d'où l'on peut déterminer l'entrefer optimum. D'ailleurs, il est visible sur la figure 3, que le quotient q peut effectivement passer par un maximum, car l'angle α augmente notablement quand θ diminue à partir de $\frac{\pi}{2}$, pour peu que les ampéretours fixes $\overline{OG}$ soient importants.

Bien entendu, pour être valable, le maximum devra se produire pour une valeur d'entrefer ne dépassant pas quelques millimètres, sinon l'on tomberait dans le cas d'un circuit magnétique *ouvert*, conformément aux remarques de M. Boucherot. Le tracé par points de la courbe des q peut d'ailleurs se faire géométriquement de la manière la plus simple :

Par l'origine O menons une parallèle à $\overline{MM}$, c'est-à-dire à la tangente en M , et soit U le point d'intersection avec $\overline{MG}$; on a évidemment ($\overline{UV}$ étant perpendiculaire à $\overline{OG}$) :

$$\overline{OV} + \overline{VG} = \overline{OG} = \frac{\overline{UV}}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{\overline{UV}}{\operatorname{tg} \theta}$$

donc
$$\overline{UV} = \overline{OG} \times \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \theta}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \theta},$$

c'est-à-dire
$$\overline{UV} = q \cdot A_0.$$

Pour une valeur donnée de A_0 , $\overline{UV}$ mesure donc directement q , c'est-à-dire L . Cette construction très simple montre d'ailleurs nettement l'existence d'un *maximum* pour ce coefficient.

Bien entendu, ici encore, si l'effet-bouchon dû à la seule réactance apparente de la bobine doit être quasi absolu, l'usage de la courbe d'aimantation OM (fig. 3) ne convient plus, conformément à l'observation de M. Latour, et il faut recourir aux perméabilités différentielles.

Reprenons le cas du circuit magnétique comportant une partie-fer de section constante, donc soumise à une induction uniforme ; on tracera (fig. 3) la courbe $\overline{HD} = \frac{d\Phi}{da} = \varphi(a)$ correspondant à chaque valeur $\overline{HM}$ de Φ , puis on mènera $\overline{DR}$ parallèle à $\overline{GM}$.

On portera enfin en $\overline{RJ}$ une longueur égale à l'unité ; on pourra ainsi écrire :

$$\frac{\overline{HD}}{\overline{HR} + \overline{RJ}} = \frac{\frac{d\Phi}{da}}{\frac{d\Phi}{da} \times \frac{1}{\operatorname{tg} \theta} + 1} = \frac{\frac{d\Phi}{da}}{\mathcal{R} \frac{d\Phi}{da} + 1} ;$$

d'après ce qui a été dit précédemment à propos du système (I).

$\mathcal{R}$ étant toujours la réluctance de l'entrefer, on en conclut :

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\overline{HD}}{\overline{HJ}} = \frac{d\Phi}{dA}$$

de telle sorte que les courbes HM et HD étant tracées une fois pour toutes, on obtient immédiatement la valeur de $\frac{d\Phi}{dA}$, c'est-à-dire de L , correspondant à chaque valeur de θ , c'est-à-dire de l'entrefer.

Notons enfin, en terminant, que les considérations ci-dessus s'appliquent aux bobines de self-induction à noyau ferro-magnétique associées à des condensateurs destinés, comme bien connu, à parfaire l'effet-bouchon. On peut ainsi préciser le dimensionnement conduisant au condensateur de capacité minimum. Mais dans de

tels cas, le courant alternatif qui passe dans l'enroulement de la bobine n'est pas généralement négligeable devant le courant continu I_0 et l'usage de la tangente à la courbe d'aimantation se trouve alors plausible. Il faut cependant se rappeler qu'avec une amplitude des ampérétours alternatifs dépassant une certaine limite, le coefficient L ne peut plus être considéré comme constant pendant la durée complète d'une période et que des harmoniques plus ou moins importants peuvent alors être engendrés.

PÉRIODIQUES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

Le réseau télégraphique impérial anglais (1), par A. AVERY, du Central Télégraphique de Londres (*The Telegraph and Telephone Journal*, mai 1921).

Le titre de cette communication indique que nous allons étudier plus spécialement les liaisons par câbles qui existent entre les Iles Britanniques et les colonies anglaises situées au delà de l'Atlantique et du Pacifique, mais il n'est pas inutile de donner au préalable un aperçu des événements qui ont entraîné la construction de ces « voies de communication » entre la métropole et nos parents et amis d'outre-mer, voies infiniment précieuses et, disons le mot, indispensables.

Bien qu'antérieurement à 1915 on ait souvent agité la question d'un réseau de câbles sous-marins destiné à relier entre elles la mère-patrie et les colonies, le Post office britannique n'avait pas la moindre expérience de la télégraphie à longue distance par câbles et les mystères du fonctionnement d'un siphon Recorder étaient pour lui lettre morte. Cette branche vitale de la télégraphie était restée jusqu'alors entre les mains des compagnies privées.

De ce côté, comme de plusieurs autres, la guerre nous a mis en face de nécessités imprévues et dès 1915 s'est fait sentir le besoin impérieux de liaisons directes nouvelles avec nos amis d'alors les Russes, les communications existantes étant devenues précaires.

(1) Communication faite le 21 mars 1921 à la « London Telephone and Telegraph Society ».

On décida de poser un câble entre Peterhead sur la côte du comté d'Aberdeen et Alexandrovsk, petite localité située dans la Mer Blanche, au fond d'une baie de la péninsule de Kola. L'opération s'effectua dans le plus grand mystère ; afin de détourner les soupçons de nos ennemis, le câblier « Colonia » était parti en croisière dans une direction opposée trois semaines avant le commencement des travaux. Malgré les précautions prises, la *Gazette de Cologne* annonçait la pose du câble le lendemain du jour où les travaux avaient été heureusement terminés.

Ce câble, relié à une longue ligne aérienne pourvue de deux relais, mettait Londres en communication directe avec Pétrograd ; il servit à écouler en outre bon nombre de télégrammes (originaires des pays situés au sud de la Russie, tels que la Grèce, etc...), qui, partis du Levant, entreprenaient un voyage circulaire dans les cinq parties du monde.

C'est le Central Télégraphique qui fut chargé de fournir le personnel pour la ligne continentale russe ; la « Eastern Telegraph Cy » fournit un certain nombre d'unités complémentaires pour chaque extrémité du câble ainsi que tous les appareils télégraphiques nécessaires, et les employés du Post office assurèrent le service sur la ligne Londres-Peterhead.

En collaborant avec les employés de l'« Eastern Cy », les télégraphistes du Post office s'initiaient au fonctionnement des câbles à longue distance et dans l'espace d'un an ou deux, ils purent assurer seuls le service entre Peterhead et Alexandrovsk ; ils furent les précurseurs du service des câbles du Post office britannique.

Je voudrais ici rendre hommage au travail remarquable des Russes que le gouvernement du Czar avait recrutés dans plusieurs grandes villes de l'Empire. Ils restaient assis tout le jour et perforaient les bandes Wheatstone sans arrêt, sans se plaindre et sans trace apparente de fatigue. Entre temps, pour se distraire, ils travaillaient sur le câble. Lorsqu'ils eurent à assurer seuls le service après le départ des Anglais, leurs efforts pour exprimer leurs désirs en notre langue étaient parfois touchants. Les Russes eurent à faire preuve de courage. Cinq sous-marins ennemis avaient attaqué le poste. La salle des appareils fut incendiée, mais le personnel réussit

à sauver une partie des appareils, ce qui permit d'équiper une installation simple ; dans les trois jours le service avait repris.

Pendant fort longtemps l'exploitation de ce premier câble impérial à longue distance a été entravée par des difficultés d'ordre politique ; mais le traité de Commerce que l'Angleterre a signé récemment avec la République des soviets nous permet d'espérer que les deux pays pourront prochainement tirer le maximum de profits de cette voie de communication directe.

Entre temps on avait pensé à poser un élément plus important du « réseau impérial ». En juillet 1916, un certain nombre de surveillants et de télégraphistes de Londres, Manchester, Liverpool et Birmingham reçurent l'ordre secret et confidentiel de se rendre à Peterhead ; chacun, dans leurs bureaux d'attache, s'évertuait à deviner le « pourquoi et le comment » de leur mission. Quant aux intéressés mêmes, ils virent tout de suite qu'il s'agissait vraisemblablement d'une tâche formidable, car tous étaient des « champions » du morse. Vers cette époque, l'ordre arriva de diriger sur Londres un surveillant et trois opérateurs connaissant le siphon Recorder. Les suppositions allaient leur train ; où diable ces « artistes » en câbles allaient-ils échouer ? Nul ne pensait à la métropole. Les insatiables curieux avaient dit : « Ils vont sans doute en villégiature dans quelque ville de saison du sud de l'Angleterre ; pas un n'avait dit : « Ils vont à Londres tout simplement. » Car alors, aucun d'eux ne savait que d'habiles ingénieurs avaient trouvé le moyen de retransmettre directement sur une ligne aérienne un télégramme provenant d'un câble.

Evidemment quelqu'un s'était trompé. Les quatre chargés de mission arrivèrent à Londres où ils apprirent qu'il s'agissait d'inaugurer le service à travers l'Atlantique sur un câble impérial. On devait leur adjoindre dans ce but neuf apprentis du Central télégraphique ! Nous croyons préférable de passer sous silence les réflexions que firent les quatre principaux intéressés à l'annonce de cette nouvelle. Mais il fallait commencer le service. A la louange de ces serviteurs dévoués, nous devons déclarer qu'ils restèrent à leur poste trois jours et trois nuits consécutifs pendant que le secrétariat du Post office essayait partout de se procurer des renforts.

Mais, pour ces novices, la lutte ne faisait que commencer. Ils n'avaient aucune expérience du service commercial des câbles et chaque jour amenait de nouveaux déboires. Malgré cela, ils se tirèrent d'affaire et se perfectionnèrent de jour en jour, au point qu'aujourd'hui les employés du Post office peuvent rivaliser avec les opérateurs spécialistes de câbles.

Pendant les premiers temps du fonctionnement du câble impérial, ce fut une lutte incessante contre l'encombrement. C'était le temps où les vaillants Canadiens et Australiens livraient leurs plus durs combats ; leurs pertes étaient lourdes et les longues listes des morts et blessés qui étaient transmises soumirent à une rude épreuve l'endurance du personnel du nouveau câble. Il n'était pas rare de voir le Quartier Général Colonial déposer des dépêches renfermant 10, 12, 15 et même 17 mille mots ; ces dépêches étaient coupées en plusieurs parties que l'on transmettait pendant les heures creuses ; il fallait quelquefois plus de 24 heures pour écouler les diverses parties de ces télégrammes, car les câbles ne chôment jamais.

Nous allons dire deux mots de la place qu'occupe le câble impérial dans le réseau du même nom, l'« All Red Route », comme on l'appelle. Le Gouvernement anglais et ceux des diverses colonies avaient longtemps rêvé d'un réseau formé de câbles exclusivement anglais, dont tous les points d'atterrissage seraient en territoire anglais ; on avait débuté quelques années auparavant par la pose d'un câble reliant l'Australie à la côte occidentale du Canada. Un organe de direction, nommé le « Pacific Cable Board », ayant ses bureaux à Londres, avait été formé de délégués appartenant aux divers gouvernements intéressés ; il comprenait 2 Australiens, 1 Néozélandais, 2 Canadiens, 3 Anglais dont le Président.

La guerre avec l'Allemagne fournit l'occasion de poser le dernier tronçon de ce câble impérial à travers l'Atlantique. Un des câbles allemands Emden-New York fut coupé dans la Manche et l'extrémité amenée à Penzance ; de l'autre côté de l'Atlantique le câble fut relié à Halifax (Nouvelle-Ecosse) au moyen d'un câble de raccordement de 300 nœuds marins. Nombre d'opérateurs du Pacifique Cable Board ayant rejoint les drapeaux, on expédia au Canada plusieurs spécialistes du siphon Recorder du bureau de Peterhead.

Les ramifications de l'« All Red Route » sont très étendues et permettent de correspondre avec presque toutes les possessions anglaises disséminées sur le globe. Lorsque le Chef du Central de Londres communique tous les jours avec ses collègues de Auckland, Sydney, Suva (dans les îles Fidji), Montréal et Halifax, le monde lui paraît petit. Le réseau de câbles dessert le sud du Pacifique, le Canada, les Etats-Unis d'Amérique et les Antilles.

Le trafic destiné à l'Extrême-Orient est traité comme suit à son arrivée à Halifax : tous les télégrammes sont préparés pour être transmis au siphon Recorder ; ils sont acheminés vers la côte du Pacifique à travers le continent américain ; ceux destinés à l'Amérique, sont remis à l'Administration du « Canadian Pacific Railway » qui les écoule sur les lignes terrestres du Canada et des Etats-Unis ; ceux destinés aux Bermudes, aux Antilles, à la Guinée britannique, etc. sont confiés à l'« Halifax and Bermuda Cable Cy ». Toutes ces compagnies sont groupées dans le Dennis Building qui abrite également les services du Câble impérial.

L'« All Red Route » va de Londres à Halifax, en passant par Penzance où sont installés des relais automatiques, puis vers l'île Fayal située au milieu de l'Atlantique ; d'Halifax, elle se dirige sur Bamfield, petite localité de l'île Vancouver sur la côte occidentale du Canada ; entre Halifax et Bamfield, il y a 8 relais automatiques ; le service fonctionne en duplex ; de Bamfield, elle se dirige sur l'île Fanning (île de corail située au milieu du Pacifique), qui fut attaquée par la flotte allemande au début de la guerre. Un croiseur, accompagné d'un bateau charbonnier, apparut un jour au large. Une compagnie de débarquement fut envoyée à terre. Les matelots se dirigèrent directement vers la station de câble qu'ils démolirent de fond en comble.

En examinant les papiers du poste, ils avaient découvert où étaient cachés les appareils de secours. Ils fouillèrent le sol à l'endroit indiqué, démolirent les appareils et se rembarquèrent. Le lendemain matin le chef de la station fit preuve d'une grande initiative. A l'aide d'une pioche il fabriqua un grapin et repêcha les deux tronçons du câble que les Allemands avaient coupé. Il fit construire un radeau qui fut ensuite mouillé à l'endroit convenable ; il y fixa

solidement les deux extrémités du câble après les avoir réunies au moyen d'un fil de cuivre isolé. Il construisit ensuite un appareil de fortune et put entrer en communication avec le poste de Suva pour expliquer la situation précaire dans laquelle il se trouvait.

La portion Bamfield-Fanning est la plus longue section de câble sous-marin du monde entier. Le câble relie ensuite Fanning à Suva dans les îles Fidji ; de là il se dirige vers la station à relais de l'île Norfolk où il bifurque, l'une des bifurcations passe par Auckland (Nouvelle-Zélande) pour aboutir à Sydney, l'autre par Southport près de Brisbane (Australie).

Si l'on veut bien se rendre compte de la longueur de cette ligne sous-marine on ne peut s'empêcher de considérer comme un exploit le fait que des télégrammes relatifs à des matches de cricket aient été reçues 15 ou 20 minutes après leur départ des terrains de jeu d'Adélaïde, de Sydney et de Melbourne, malgré qu'il y eut 7 ou 8 postes intermédiaires.

L'été dernier notre contrôleur s'est attiré un vif succès en offrant au Roi de faire parvenir au prince Edouard le résultat du Derby ; sans qu'on eût pris de dispositions préalables, le télégramme fut remis au prince, alors à Sydney, en moins de 20 minutes.

La section du câble impérial incorporée dans l'« All Red Route » possède quelques-uns des plus récents perfectionnements réalisés en télégraphie sous-marine ; ils sont dus aux remarquables ingénieurs de l'*Eastern Telegraph Co.* A Londres et à Halifax on utilise à la transmission, l'appareil pour câble Judd et Fraser. Ces transmetteurs sont automatiques ; grâce à un commutateur, on peut transmettre soit des signaux Morse soit des signaux Wheatstone. La transmission s'effectue simultanément dans les deux sens à la vitesse moyenne de 30 mots par minute. Le service fonctionne régulièrement ; c'est exceptionnellement que l'état du câble oblige à ne transmettre que dans un seul sens. Les bandes sont perforées à la main (ou au moyen de perforateurs à clavier) à Halifax comme à Londres, mais les méthodes adoptées pour la réception sont différentes. A Halifax, on se sert d'un siphon Recorder à vibreur ; la bande qui porte les caractères du siphon est « laquée » ; des perforateurs spéciaux la préparent pour les transmetteurs Wheatstone

qui envoient les télégrammes vers Vancouver à travers le continent américain.

En sens contraire, on utilise un appareil nouveau et très intéressant. D'Halifax les signaux arrivent à Fayal pour ainsi dire groupés dans ce sens que, en raison de la grande capacité électro-statique du câble, les pulsations distinctes correspondant aux points et aux traits se présentent sous la forme de courbes continues de signe contraire. A leur arrivée, elles actionnent un relais spécial appelé *interpolator*, en synchronisme avec le transmetteur d'Halifax qui différencie ces signaux groupés, pour transmettre à Penzance des pulsations aussi nettement séparées qu'à leur départ d'Halifax. Lorsqu'elles arrivent à Penzance elles sont de nouveau groupées; un relais spécial les transmet telles quelles à Londres. Ici leur rôle est double: non seulement elles actionnent le siphon Recorder ordinaire placé en dérivation sur le couplage duplex à pont, mais elles excitent en outre un couple de relais-étalons du Post office, intercalés dans le circuit de la boucle de ligne aérienne. Un des relais fonctionne sous l'effet du courant correspondant aux points, l'autre sous l'effet du courant correspondant aux traits. A leur tour ces relais agissent sur des parleurs-sélecteurs grâce à un courant local; ceux-ci excitent respectivement les électro-aimants pour traits et points d'un perforateur pour câble, lequel transforme les caractères du siphon en signaux morse perforés. Un imprimeur Creed transforme en lettres ordinaires les signaux de la bande perforée. Il convient de remarquer qu'il faut à Londres comme à Fayal synchronisme rigoureusement parfait pour qu'on obtienne de bons résultats. La construction du reperforateur est très complexe; c'est une merveille de mécanique; on remarquera qu'avec une simple marge de variation de 2 % environ, il faut pour éviter toute interruption que l'appareil soit dûment alimenté. Dans la pratique, la bande du siphon est laquée et conservée au bureau; la bande imprimée est suffisamment nette pour être remise au destinataire.

Sur les câbles, il se produit des dérangements et des interruptions qui surprennent tout d'abord ceux qui ne sont familiarisés qu'avec le fonctionnement des lignes terrestres. C'est ainsi qu'on reçoit de temps à autre une note brève ainsi conçue: « Orage, mettons le

câble à la terre. » On se rend parfaitement compte qu'il importe à tout prix d'éviter que le câble ne soit endommagé par les décharges atmosphériques tant la valeur qu'il représente est grande. Récemment Penzance est resté à la terre pendant trois heures. Les courants telluriques sont cause d'interruptions fréquentes, surtout au voisinage des Açores. Le relais de départ de ce poste est du modèle à tambour. La bobine du câble est reliée à un conducteur de faible diamètre lequel, au repos, appuie sur un segment métallique, très étroit, isolé (grâce à des segments très minces en mica) d'un petit tambour actionné par un petit moteur pour éviter les effets dus au frottement. Le conducteur s'écarte du segment de mica d'une quantité suffisante pour permettre à un courant local de reproduire les traits et les points. On se représente sans peine combien il est difficile de protéger des appareils aussi délicats contre les effets des courants telluriques.

On est frappé par les phénomènes d'interférence dus à l'humidité qui règne en permanence dans les Açores. Il ne faut pas perdre de vue que la ligne artificielle d'un câble fonctionnant en duplex (« le circuit de compensation » ainsi qu'on a coutume de l'appeler) est une installation importante pesant 2 ou 3 tonnes. Elle est formée d'un certain nombre de résistances et de capacités destinées à équilibrer le câble le plus rigoureusement possible. Généralement, elle se trouve dans un local distinct. Par temps humide, lorsque l'atmosphère est lourde toutes les connexions sont embuées et il est nécessaire d'employer de grosses lampes pour dissiper l'humidité. Dans ces conditions, le service en duplex est impossible ; on écoule les télégrammes dans chaque sens alternativement.

On a enregistré également en divers points du câble des interruptions dont la cause était inconnue. La première se produisit en pleine mer entre le 320^e et le 480^e kilomètre à partir de Penzance. Deux autres câbles avaient été interrompus en même temps. En raison de l'activité des sous-marins dans ces parages on dut attendre 14 mois avant d'effectuer les réparations nécessaires. Il n'y a pas longtemps, certains services municipaux d'Halifax avaient fait exploser une mine au voisinage de la conduite renfermant le câble, alors que le sol était gelé ; la conduite fut détruite et il s'en fallut

de peu que le câble impérial et la liaison Halifax-Bermudes fussent complètement interrompus. Une autre fois, un éboulement considérable emporta plusieurs kilomètres de lignes télégraphiques posées le long de la voie ferrée du « Canadian Pacific Railway ». Ces lignes sont souvent interrompues à la suite de tourmentes de neige, mais on s'étonne de la rapidité avec laquelle elles sont réparées.

La ligne transcontinentale a une longueur de 4.800 km. ; elle est exposée par intermittence à de violentes tempêtes magnétiques qui sont autant de causes de perturbations. Nous avons constaté nous-même que les appareils de certaines stations de relais étaient complètement brûlés par ces courants particulièrement intenses.

D'autres fois le câble impérial semble protégé par un charme. C'est ainsi qu'il demeura indemne tandis que sept câbles voisins étaient mis hors service.

Il fut interrompu certain jour dans des conditions angoissantes. Le contrôleur avait invité le maire, les shérifs et les échevins à visiter le central télégraphique en général et le câble impérial en particulier. Tout était prêt : l'appareil cinématographique était en place ; on attendait les visiteurs d'une minute à l'autre ; on avait posé le tapis rouge des jours de réception ; le contrôleur fort inquiet faisait les cent pas devant l'entrée. Au moment où la voiture du lord-maire parut, le câble cessa de fonctionner. Fort heureusement l'interruption ne se prolongea pas au delà du temps qu'il fallut au Lord-maire pour signer le registre des visiteurs et lorsque, accompagné de M. Illingworth, il s'avança vers les opérateurs du câble, tout marchait à souhait ; le préposé au cinématographe put prendre son film.

Nous avons vu que le câble impérial fonctionne en duplex à la vitesse moyenne de 30 mots par minute. Les ingénieurs pensent installer sous peu des amplificateurs qui permettront d'accroître ce rendement dans la proportion d'au moins 30 %. Ces appareils merveilleux, dont plusieurs modèles sont actuellement en service, permettent de transformer en caractères lisibles les signaux rendus microscopiques par l'augmentation de la vitesse de transmission.

Au moment où le Post office est en butte à des critiques injustifiées il convient de dire quelques mots touchant nos relations avec le

monde des affaires. Lorsqu'on s'aperçut pour la première fois que le câble impérial aurait à lutter contre les câbles des compagnies, la situation fut considérée comme sérieuse ; on craignait que le Post office ne fût fort gêné par la nécessité — toute à son honneur — où il se trouvait de traiter pareillement les grands et petits usagers. Il en fut ainsi, mais le Sous-secrétariat sut manœuvrer de façon à éviter tous les écueils, si bien qu'aucune critique ne put être formulée à ce propos. On se rend compte de la difficulté résultant de l'application au câble impérial de règles qui ne pouvaient convenir au trafic international, d'une façon générale ; mais dès qu'une difficulté surgissait, elle était heureusement résolue. Il a fallu un certain temps pour que notre câble impérial fût apprécié (dans les grandes villes de province en particulier), mais cet état de choses regrettable tend à disparaître ; grâce notamment aux formules de télégrammes, aux enveloppes de distribution et aux formules de réexpédition qui portent comme en-tête les mots : « Imperial and Pacific Cable Board », on espère que la nouvelle voie sera bientôt reconnue par tous pour ce qu'elle est réellement, à savoir : une entreprise réelle, vivante du Post office.

Une initiative heureuse a fait nommer récemment à Londres et en province un certain nombre d'employés chargés d'attirer la clientèle. Leurs bons offices portent déjà leurs fruits. Nous avons constaté personnellement qu'une simple démarche auprès des intéressés suffit généralement pour dissiper les idées fausses que certains hommes d'affaires se font de cet « affeux Post office ». Je dois dire que les clients se montrent toujours bienveillants. Nous recevons tous les jours des témoignages de satisfaction : bien que nous nous efforcions de servir tout le monde pareillement, il n'est pas rare que la clientèle fasse des comparaisons flatteuses.

On sait que le gouvernement a racheté à la « Direct United States Cable Cy » le câble impérial n° 2 surtout pour se garantir contre toute interruption du service. Ce câble relie le poste extrême de la ligne Londres-Irlande, *Ballinskelligs Bay* (Sud-Ouest de l'Irlande) à *Harbour Grace* (Terre-Neuve) ; de là les télégrammes sont transmis à Halifax au moyen de relais. Un câble relie Halifax à Rye Beach d'où les télégrammes sont acheminés sur New York.

Nous croyons savoir que le Post office se propose de reporter la tête de câble de Ballinskelligs au bureau de Penzance. Ce deuxième câble transatlantique facilitera considérablement l'écoulement du trafic entre le Royaume-Uni et l'Amérique. Ce câble est loué à la « Western Union Cy » suivant un bail à court terme et qui reconnaît au Post office le droit d'en disposer le jour où l'ancien câble allemand serait interrompu.

Le « Pacific Cable Board » songe à doubler — partiellement du moins — la section transpacifique de l'« All Red Route ». Ce ne sera pas sans besoin, car étant donné la grande longueur de la portion Vancouver-Fanning, la vitesse de transmission est faible; il en résulte que la vitesse de transmission pour toute la section transpacifique se trouve considérablement réduite. Etant donné l'importance du trafic entre l'Australie d'une part, l'Amérique et le Canada d'autre part, le doublement de cette voie aura d'heureuses conséquences.

Qui sait ce que nous réserve l'avenir au point de vue de l'extension du réseau de câbles appartenant à l'État britannique ? Quoi qu'il en soit, nous pouvons affirmer, sans risque d'erreur, que les fondements de leur exploitation ont été posés de façon à donner toute garantie.

Les progrès de la radiotéléphonie et de la radiotélégraphie en Amérique pendant l'année 1920. (*Extrait du rapport annuel de l'« American Telephone and Telegraph Co ».*)

La science des radiocommunications a été l'objet, en 1920, d'études approfondies de la part du Service des recherches et perfectionnements de l'American telephone and Telegraph Co. On a construit sur la côte de l'Atlantique deux stations émettrices et réceptrices destinées à des expériences de radiotéléphonie ; elles sont situées respectivement, l'une près d'Asbury Park (New Jersey), l'autre près de Plymouth (Massachusetts). Ces deux stations ont pu communiquer par radiotéléphone avec deux navires équipés en conséquence et naviguant entre Boston et les ports méridionaux de la côte de l'Atlantique.

Une communication radiotéléphonique a pu être établie entre l'île Santa Catalina située à environ 48 km. de la côte de Californie, dans le Pacifique, et un poste installé près de Los Angeles ; à partir de ce poste, la communication était reliée aux différents circuits urbains et interurbains du réseau Bell à travers tout le territoire des États-Unis.

Pendant la session de décembre de la conférence des communications internationales, une démonstration fut faite au profit des membres participants : le vapeur *Gloucester*, mouillé dans l'Atlantique, communiqua par radiophone avec la station de New Jersey ; la conversation fut acheminée de là par fil sur San Francisco et Los Angeles puis par radiotéléphone entre Los Angeles et l'île Santa Catalina, dans l'Océan Pacifique. Cette expérience remporta un très vif succès ; tous les membres de la conférence entendirent nettement à New York la conversation échangée entre le *Gloucester* et le poste radio de l'île Santa Catalina.

Il convient de remarquer que la complaisance que met l'éther à transmettre simultanément un grand nombre de conversations a des limites ; il ne pourra écouler qu'une faible portion du formidable trafic téléphonique du monde entier. Il convient donc de réserver ce mode d'échange des communications aux navires, aux avions, aux stations radiogoniométriques et autres, dont la nature ou la position s'opposent à l'emploi des lignes métalliques.

Dans le but de réduire les troubles par interférence et d'accorder un maximum de facilités aux postes flottants ou autres qu'on ne peut atteindre autrement, la conférence des communications internationales a proposé de limiter l'emploi de la radiotéléphonie internationale aux cas où il est impossible de communiquer par téléphone dans la forme ordinaire. Les règlements proposés sont basés sur la logique et ont été approuvés par les experts en radiotéléphonie les plus célèbres du monde entier ; avec le temps, ce nouveau procédé d'intercommunication s'étendra de plus en plus. Il permettra d'échanger des conversations avec des postes inaccessibles autrement ; ainsi un navire en mer, un avion en vol pourront être reliés avec un abonné quelconque de n'importe quelle ville des États-Unis.

Il est bon de rappeler que les ingénieurs de l'*American Telephone*

and Telegraph Co ont les premiers, en 1915, communiqué par radiotéléphone à travers l'Atlantique, en se servant d'appareils qu'ils avaient eux-mêmes inventés. Aussi, et parce que jusqu'ici on n'a pu converser par câbles transocéaniques, il est souhaitable qu'on continue à perfectionner la radiotéléphonie.

C'est d'ailleurs pour cela qu'on a proposé à la conférence des communications internationales de réserver à la téléphonie transocéanique des longueurs d'onde convenables. Malheureusement, on ne peut avoir le nombre voulu de longueurs d'onde, en raison de ce que l'échelle des longueurs convenables est peu étendue et de ce que le radiotéléphone exige de 6 à 10 fois plus de longueurs d'onde que le radiotélégraphe. Toutefois, on espère obtenir les longueurs d'onde nécessaires aux expériences sans empiéter mal à propos sur le domaine réservé à la télégraphie.

Le radiotéléphone convient merveilleusement pour transmettre les avis de tempêtes aux navires en mer, les bulletins météorologiques aux agriculteurs, etc..., c'est-à-dire tous les messages qui doivent être transmis simultanément dans toutes les directions pour qu'ils parviennent à temps aux intéressés. De même, lorsqu'il s'agit d'appels lancés par exemple par un navire ou un avion en détresse, le fait que la demande de secours peut être reçue par toutes les stations dûment équipées, confère au radiotéléphone un avantage marqué.

Au contraire, lorsqu'une communication est destinée à une seule station, la radiotéléphonie devient impropre, car, dans ce cas, le secret de la conversation est essentiel. Il en est de même en radiotélégraphie, lorsque des télégrammes de presse destinés aux seuls abonnés des agences sont transmis dans toutes les directions.

En ce qui concerne les télégrammes d'information, la rapidité de la transmission est un facteur capital ; il est possible aujourd'hui de transmettre des télégrammes de presse chiffrés, en sorte que seuls les abonnés qui possèdent la clef puissent les lire, mais le temps qu'il faut pour les écrire en code et les traduire en clair rend le procédé peu pratique. En conséquence, le Service des recherches et perfectionnements de l'American T. and T. a étudié le problème qui consiste à appliquer à la radiotélégraphie les méthodes rapides et sûres

inventées par ses ingénieurs et que le Signal corps a employées avec succès sur les lignes métalliques pendant la guerre : les messages ne peuvent être traduits que par les seuls postes qui possèdent la clef et l'appareil automatique qui permet au poste transmetteur de chiffrer les télégrammes et au poste récepteur de les déchiffrer ; après cette dernière opération, les télégrammes paraissent en clair sur page ; leur lecture ne souffre aucune difficulté.

• En 1920, les ingénieurs de l'*American Telephone and Telegraph Co* se sont servis en radiotélégraphie, sur de faibles distances, de cette méthode rapide. Ils ont constaté que seules les stations en possession de la clef et de l'appareil déchiffreur pouvaient lire les radiotélégrammes. Ces expériences concluantes permettent d'espérer qu'après quelques légers perfectionnements le procédé secret pourra être utilisé sur des distances plus considérables et que son emploi finira par être généralisé en radiotélégraphie.

Le problème relatif au secret des communications radiotéléphoniques est spécial et compliqué. Cependant, à ce point de vue, de sérieux progrès ont été réalisés. Les ingénieurs de l'*American Telephone and Telegraph Co* ont imaginé un système qui rend les conversations inintelligibles pour les postes auxquels elles ne sont pas destinées ; toutefois, tous les postes munis des appareils spéciaux (et qui savent s'en servir) peuvent entendre et comprendre les conversations. On continue l'étude de cette question.

La radiotéléphonie à longue distance, par J.-H. DELLINGER, du Bureau of Standards (*Electric World*, janvier 1921).

L'année 1920 a été marquée par les progrès incessants réalisés en radiotéléphonie et par l'intérêt croissant que le public porte à cette branche de la technique. La transmission de la parole par ondes hertziennes sur des distances de plusieurs centaines de kilomètres est passée du domaine expérimental dans celui de la réalisation pratique sur une base commerciale. On a triomphé de toutes les difficultés que présentait l'extension de la portée commerciale jusqu'à quelques milliers de kilomètres dans un avenir très prochain. La qualité des sons parlés ou des sons musicaux est aussi bonne que dans le cas

de la téléphonie ordinaire. Il ne s'est pas produit d'événement marquant qui ait suscité un intérêt plus vif que l'expérience qui, en 1915, émerveilla le monde (nous voulons parler des expériences de radiotéléphonie faites à la station d'Arlington sur une distance de 8.000 km.); mais les possibilités qu'elle laissait alors entrevoir ont été progressivement réalisées depuis.

Le 21 août 1920, un premier message fut transmis par la station Lafayette récemment achevée près de Bordeaux. Ce message *télégraphique* fut reçu dans les cinq parties du monde:

Il n'existe plus de distinction nettement tranchée entre la radiotéléphonie et la téléphonie ordinaire. Les procédés d'utilisation de chacune d'elles ont été en partie fusionnés; l'une et l'autre se complètent mutuellement. Parfois, on se sert en radiotélégraphie de conducteurs qui guident les ondes. Mieux que cela encore: une conversation particulière peut être acheminée par conducteurs, dans la forme habituelle, sur une partie de son parcours et au moyen d'ondes radiotéléphoniques sans conducteurs sur l'autre partie. Les délégués à la conférence internationale des communications ont assisté à une expérience de ce genre faite par l'*American Telephone and Telegraph Co*, le 21 octobre 1920. Ils ont pu suivre une conversation échangée entre un navire évoluant dans l'océan Atlantique et un poste situé dans une île du Pacifique, dans les conditions suivantes: la parole était transmise sans fil entre le navire et la côte, puis par téléphonie ordinaire à travers le continent, et enfin sans fil entre la côte de Californie et l'île.

Des conférences, des concerts sont transmis par le radiophone. La *Western Electric Co*, le *Bureau of Standards*, de nombreux amateurs et diverses autres personnes ont ainsi donné des auditions à des heures convenues. On a entendu la musique dans tous les états de l'Est et même en Europe. Une particularité intéressante réside dans le fait qu'on peut sans difficulté transformer directement en ondes hertziennes l'empreinte des ondes sonores sur le disque phonographique, en sorte que la musique est perçue dans les stations réceptrices alors qu'elle ne s'entend pas au poste transmetteur.

On a perfectionné de façon remarquable tous les organes essentiels d'une installation radiotéléphonique, tous les dispositifs qui servent

à produire, à transformer, à redresser l'énergie transmise à haute fréquence et à la lancer à travers l'espace. Parmi ces derniers, figurent les antennes et les conducteurs-guides. On se sert de la haute fréquence pour obtenir une forme d'énergie susceptible d'être rayonnée, le rayonnement étant l'essence même des procédés radio-téléphoniques.

Pour produire l'énergie à haute fréquence, on emploie surtout des alternateurs et des lampes à trois électrodes. On utilise les premiers dans les stations de grande puissance, les dernières dans les stations de faible puissance, les unes et les autres dans les stations de puissance moyenne. On se sert couramment d'alternateurs Alexanderson de 200 kw qui peuvent donner 25.000 périodes par seconde. On a résolu le problème relatif au réglage de la vitesse à 1/10 de 1 % près. On dispose de générateurs à lampes pouvant donner jusqu'à 15 kw. En général ces appareils sont alimentés en courant alternatif qu'on transforme et qu'on redresse pour obtenir le courant continu nécessaire au circuit de plaque des lampes à trois électrodes. On a imaginé divers procédés permettant d'atténuer les variations produites par le courant d'alimentation.

Comment les lampes révolutionnent la technique.

On a comparé l'influence de la lampe à vide sur la radiotéléphonie à celle du moteur à essence sur l'aviation. La lampe accomplit toutes les fonctions relatives à la production et à la transformation des courants à haute fréquence au poste d'émission, et au redressement des ondes reçues au poste récepteur. En outre, elle sert d'amplificateur pour rendre possibles toutes les opérations précédentes. Ainsi, lorsqu'on utilise la lampe comme générateur, on a en vue la production d'une énergie faible possédant la fréquence et le caractère particulier voulus et son amplification ultérieure au moyen de lampes puissantes. De plus, on réalise la modulation du courant à haute fréquence suivant la forme de l'onde sonore au moyen d'une lampe amplificatrice, si bien qu'on n'a plus besoin de recourir aux microphones spéciaux très puissants employés lorsque la radiotéléphonie en était à ses débuts.

Malheureusement le public n'a pas pu se procurer des lampes à vide comme il l'aurait voulu par suite des procès engagés autour

des brevets d'invention. On a appris récemment que les principales compagnies qui fabriquaient les lampes s'étaient mises d'accord au sujet de l'exploitation desdits brevets. Il en résultera vraisemblablement une extension considérable de l'usage des équipements radiotéléphoniques de moyenne et de faible puissance.

Les antennes s'écartent du type ordinaire des antennes très élevées, du moins pour certaines fins. Là où l'on conserve le type ordinaire, on a tendance à utiliser un contrepoids au lieu de la terre, ce qui fait que l'antenne devient un condensateur plus parfait. On a amélioré de façon appréciable la puissance radiante des antennes, au moyen de connexions accordées qui relient entre eux les fils inférieurs et supérieurs. La vogue des antennes très hautes a été enrayée par les progrès extraordinaires réalisés au point de vue de la sensibilité des appareils récepteurs. On se sert beaucoup des cadres, en raison de leurs propriétés goniométriques et aussi parce qu'ils empêchent la production des troubles par interférence.

On réalise la radiotéléphonie dirigée (qui consiste à transmettre les ondes seulement dans la direction voulue) en utilisant des conducteurs pour guider les ondes. Non seulement elle assure dans une large mesure le secret des communications, mais encore elle permet de réduire considérablement l'énergie nécessaire pour une distance donnée. Avec cette méthode, les troubles dus à l'interférence sont même moins sensibles qu'avec le procédé ordinaire de téléphonie à basse fréquence; les conducteurs-guides peuvent être par exemple des fils d'énergie transportant de forts courants à basse fréquence ou encore des circuits téléphoniques sur lesquels on peut échanger simultanément des conversations dans la forme habituelle. En réalité, tous les circuits existants peuvent servir de guides aux ondes radiotéléphoniques. Telle est la base sur laquelle repose la téléphonie multiple grâce à laquelle on peut échanger simultanément sur la même paire de fils, cinq conversations ou plus.

On a imaginé et mis en service un certain nombre de dispositifs destinés à combattre l'interférence mutuelle entre plusieurs stations radiotéléphoniques. Ces appareils sont basés sur les ondes dirigées, sur l'opposition de phase, sur la résonance et sur les amplificateurs.

Ils sont tellement efficaces qu'ils protègent les appareils récepteurs contre l'effet des appareils de transmission de la même station. Ceci rend possible la téléphonie duplex.

Problèmes actuellement à l'étude.

Les perturbations atmosphériques, ou courants parasites, produisent dans les récepteurs des bruits gênants. On a réussi à les éliminer, du moins en partie, après qu'on eut reconnu qu'ils venaient principalement d'une direction déterminée. On est en train d'étudier des antennes et des circuits spéciaux en vue de combattre leur influence.

Lorsqu'on utilise des courants dont la fréquence est supérieure à 1.000.000 de périodes, l'intensité du courant reçu varie rapidement. On n'a pas trouvé jusqu'ici d'explication à ce phénomène, mais on poursuit actuellement l'étude de sa nature et de son origine.

Il est à souhaiter qu'on trouve le moyen de rendre secrètes toutes les communications radiotéléphoniques. Une méthode riche en promesses consiste à transformer les fréquences téléphoniques en fréquences absolument différentes, qui sont retransformées en fréquences audibles au poste récepteur.

Il est nécessaire d'employer un dispositif d'appel à la fois simple et sûr pour que l'opérateur ne soit pas obligé de rester continuellement en écoute. On a imaginé certaines méthodes répondant à cette fin, mais elles sont encore insuffisamment perfectionnées pour être appliquées dans les stations radiotéléphoniques en service.

Il est désirable qu'on augmente le nombre des conversations qu'on peut échanger simultanément dans un système donné, en cherchant le nombre maximum de fréquences qu'on pourra employer sans qu'il se produise d'harmoniques, de battements ou d'autres phénomènes nuisibles dus à l'interférence.

Application de la radiotéléphonie dirigée.

En recourant à la téléphonie à haute fréquence par conducteurs, on cherche à réaliser le duplexage idéal, c'est-à-dire l'emploi d'une même source d'énergie pour les appareils de transmission et de réception, ladite énergie n'étant consommée que pendant la durée de la communication exclusivement. On devra aussi étudier de très

près les possibilités que peuvent offrir les câbles sous-marins utilisés comme guides des ondes radiotéléphoniques.

La téléphonie à haute fréquence permet l'échange satisfaisant des communications sur des distances aussi grandes que celles qu'on peut franchir en téléphonie ordinaire. On dit que la téléphonie transatlantique est à la veille de fonctionner commercialement ; les retards ne sont certainement pas d'origine technique.

On peut transmettre les ondes à haute fréquence soit par rayonnement dans l'espace, soit par conducteurs. Cette dernière méthode paraît devoir être d'un usage plus fréquent puisqu'on peut prendre comme guides soit des lignes d'énergie, soit tout autre conducteur. Ainsi on peut installer un poste téléphonique dans chaque immeuble où aboutissent des fils d'éclairage électrique. En outre, on peut combiner la téléphonie à haute fréquence avec la téléphonie ordinaire. Il semble ainsi hors de doute que la téléphonie sans fil complètera de plus en plus le réseau téléphonique ordinaire.

Bruits de ligne dont les circuits téléphoniques interurbains sont le siège (*Telephony*, janvier 1921), par F. L. SNYDER, Ingénieur de la « Michigan State Telephone Co ». — Il n'est certainement personne qui, ayant eu l'occasion de causer sur un circuit interurbain « bruyant », ne se soit demandé pourquoi ces bruits gênants et quelle pouvait bien en être la cause.

Les bruits de ligne sont dus à un courant électrique variable qui parcourt le récepteur. Ce courant variable provient de voltages induits dans le circuit téléphonique par une source extérieure, telle qu'une ligne de transport de force parallèle à la ligne téléphonique. S'il était possible de construire et d'entretenir un circuit téléphonique parfaitement équilibré, on pourrait y supprimer tous les bruits étrangers en effectuant des rotations en assez grand nombre pour que les voltages induits sur chacun des deux fils fussent égaux.

Par circuit parfaitement équilibré, nous entendons un circuit dans lequel l'impédance sur les deux conducteurs et l'admittance

entre lesdits conducteurs et la terre seraient rigoureusement les mêmes en un point quelconque.

Mais, dans la pratique, il est impossible de réaliser un équilibre parfait des circuits téléphoniques et de les transposer de façon idéale. C'est pourquoi il est nécessaire, pour éliminer les bruits occasionnés par les voltages induits, de maintenir les circuits téléphoniques et d'énergie en parfait état d'entretien et, en outre, de transposer parfois simultanément les uns et les autres afin d'équilibrer les voltages induits dans les fils téléphoniques.

Origine des bruits en question. — Lorsqu'un circuit téléphonique a été équilibré le mieux possible, il importe de conserver l'équilibre pour que le circuit soit silencieux. Un mauvais entretien des lignes occasionne de fréquentes ruptures d'équilibre. Je vais passer rapidement en revue quelques-unes des causes les plus communes des bruits dont il s'agit.

L'une des plus fréquentes est évidemment le contact des fils avec le feuillage des arbres. Seul un élagage minutieux peut faire disparaître cette source de dérangements.

Appareils du central. — Des ruptures d'équilibre peuvent se produire dans les installations du central téléphonique par suite de montages incorrects ou défectueux ou encore parce que les appareils sont vieux ou en mauvais état. Il se peut qu'en temps normal ces ruptures d'équilibre n'empêchent pas l'installation de fonctionner, mais elles n'en causent pas moins à la fois des bruits de friture et des pertes de transmission anormales. On peut reconnaître et localiser facilement le défaut en se servant de l'appareil de mesure qu'on emploie actuellement pour vérifier l'état des circuits.

Différence d'équilibre entre les fils de ligne. — Les bruits de ligne sont très souvent dus aux déséquilibres qui proviennent d'une différence dans les impédances des deux conducteurs d'un même circuit. Il s'agit le plus souvent d'un déséquilibre de la résistance facilement mesurable au moyen d'un pont de Wheatstone. En recourant à la méthode de la boucle de Varley, on obtiendra directement la somme du déséquilibre de la résistance dans le circuit. Toutefois, il faut effectuer ces mesures sur des sections de ligne courtes car des différences dans la résistance peuvent se neutraliser dans le

cas d'essais en courant continu, sans pour cela se compenser en ce qui concerne leur influence sur les bruits de ligne. Le non-équilibre de résistance dans un circuit ne devrait pas être supérieur à $1/2\%$ de la résistance totale du circuit fermé.

Isolement de la ligne. — Les bruits de ligne proviennent encore très souvent d'une différence dans l'isolement des deux fils du circuit en un point quelconque, ce qui occasionne des ruptures d'équilibre entre les conducteurs et la terre. Si l'isolement des deux fils est le même, il ne se produit pas de déséquilibre, lors même que l'isolement serait médiocre. Toutefois un faible isolement augmente les pertes de transmission du circuit ; c'est pourquoi il importe que l'isolement soit, en tout temps, maintenu aussi bon que possible. S'il est bon et s'il est le même pour les deux fils du circuit, on est à peu près sûr que les déséquilibres seront peu accentués et qu'il ne se produira pas de pertes de transmission anormales. Comme les effets combinés d'un mauvais isolement nuisent très sérieusement à l'efficacité des circuits interurbains, il est nécessaire de maintenir l'isolement aussi élevé que possible, mais dans aucun cas il ne doit être inférieur à 10 mégohms par mile (1610 m.) de câble mesuré par temps sec.

Rotations combinées avec celles des lignes d'énergie. — De même qu'il est indispensable d'équilibrer convenablement les circuits téléphoniques lorsqu'ils sont exposés aux troubles produits par les lignes d'énergie, il ne l'est pas moins de maintenir celles-ci en parfait état d'équilibre. Il est nécessaire d'éviter les ruptures d'équilibre sur les unes comme sur les autres, et, ainsi que nous l'avons vu plus haut, il sera parfois indispensable de transposer le circuit à haute tension de façon à diminuer les voltages induits dans les lignes téléphoniques. Pour que les rotations des lignes d'énergie produisent le résultat cherché, il est nécessaire qu'elles soient réglées convenablement sur celles des circuits téléphoniques. L'efficacité des premières, cependant, dépend de l'équilibre même des circuits d'énergie, car les effets dus aux voltages et courants non équilibrés ne seront pas éliminés du seul fait desdites rotations.

Il est intéressant de remarquer que les courants et voltages nécessaires à la transmission de l'énergie, ne sont pas cause des

bruits de ligne constatés sur les circuits téléphoniques ; ces bruits sont imputables aux faibles voltages et courants à haute fréquence qui parcourent les circuits d'énergie. Ces courants n'ont aucune utilité pratique ; ils peuvent même nuire au bon fonctionnement du réseau d'énergie. Les hautes fréquences sont produites par les variations des ondes qui parcourent le circuit à haute tension et qui proviennent de la construction ou du montage des appareils générateurs. Dans le cas des circuits de lumière, les hautes fréquences peuvent donner lieu à des arcs électriques qui se produisent sur le circuit.

Donc, en vue d'éliminer, autant que faire se peut, les bruits produits par induction dans les circuits téléphoniques, il est avant tout nécessaire de maintenir à la fois lesdits circuits et les circuits d'énergie en parfait état d'équilibre. Dans le cas où les lignes téléphoniques seraient très exposées, il faudrait de toute nécessité combiner les rotations des deux espèces de circuits. Puisque les bruits sont dus aux voltages et courants à haute fréquence, il est très important que les génératrices produisent des ondes aussi pures que possible.

Il est évident que le meilleur moyen pour soustraire les lignes téléphoniques aux troubles par interférence consiste à les construire le plus loin possible des circuits à haute tension, de sorte qu'elles ne subissent pas l'influence des champs électriques et magnétiques qui entourent lesdits circuits. — Toutefois, comme la chose est très souvent irréalisable, il devient nécessaire de recourir à des mesures susceptibles de supprimer les effets d'induction produits par les lignes d'énergie.

Les nouveaux câblers anglais pendant la guerre,

par R. Myles Hosse (*The Post office Electrical Engineers' Journal*, avril 1921). — L'importance des liaisons sous-marines n'avait pas échappé à l'attention des alliés ; au cours de la guerre, ils reconnurent la nécessité d'employer les câbles ayant appartenu à l'ennemi (et mis déjà hors d'usage) et en outre de poser de nouveaux câbles en Europe et ailleurs. En ce qui concerne l'Angleterre, on décida de poser de nouveaux câbles entre la Grande-Bre-

tagne d'une part, la France, la Belgique, la Russie d'autre part, et de transformer l'ancien câble allemand, qui passait par les Açores pour gagner les États-Unis, en un câble anglais (Imperial Cable) qui relierait le Canada à la mère-patrie, et qui, avec le câble du « Pacific Cable Board », procurerait une liaison exclusivement anglaise avec l'Australie.

Il fallut commencer par augmenter le nombre des câbliers dont on allait avoir besoin pour poser et entretenir les câbles pendant la guerre. Le vieux câblier l'« Alert », vu son état de délabrement, fut jugé impropre au service et vendu pendant les hostilités ; et le câblier « Monarch » heurta une mine et coula dans la Manche : sa carcasse git maintenant au large de Folkestone.

Le Post office avait établi les devis et spécifications d'un nouveau câblier, auquel on donna le nom de « Monarch II ». Ce nouveau câblier fut lancé sur la Tyne au milieu de l'année 1916. Il a été construit spécialement pour effectuer les réparations des câbles le long des côtes des Iles Britanniques où les eaux sont généralement peu profondes. Ses lignes sont des plus gracieuses, et malgré son faible tonnage il tient merveilleusement la mer. Il a déjà rendu de signalés services. Ses caractéristiques sont les suivantes : tonnage brut 1150 T., longueur 66 m., largeur 9 m. 75, tirant d'eau 4 m. 50 ; les machines de 125 H. P. lui permettent d'atteindre la vitesse normale de 11 nœuds et demi à l'heure.

La cale est pourvue de deux grandes cuves à câble et d'une petite ; leur capacité totale est de 275 m³ ; elle permet de loger environ 96 km. de câble à un conducteur, 70 km. de câble 4 conducteurs ou 34 km. de câble à 6 ou 7 conducteurs. Le mécanisme de pose, fourni par la « Telegraph Construction and Maintenance Co », comprend deux machines distinctes actionnant chacune un treuil ; on s'est arrangé de façon à pouvoir mettre en mouvement à l'aide de l'une quelconque des machines, les deux treuils placés l'un à tribord l'autre à bâbord. Les machines sont capables de soulever un poids mort de 6 tonnes à la vitesse de 5 km. par minute, ou de 26 tonnes à la vitesse de 1.200 m. Les machines et les treuils sont installés sur le grand pont, mais les appareils de commande, les dynamomètres, etc... le sont sur le pont supérieur près du poste

télégraphique qui permet de communiquer avec la chambre des machines et avec la chambre du gouvernail. L'équipage au complet compte 61 hommes, y compris l'officier de pont, l'officier mécanicien, l'officier comptable et le commis aux vivres ; les chambres des officiers et de l'équipage sont très confortables. Les soutes à charbon peuvent en contenir 255 tonnes ; on trouve à bord tous les instruments modernes qui facilitent la navigation ; il y a un poste radiotélégraphique, un projecteur, un radiogoniomètre ; ce dernier appareil sert fréquemment au calcul des distances et rend plus sûre la navigation le long des côtes.

En 1918 fut lancé un second câblier, destiné à remplacer l'« Alert ». Légèrement plus petit que le « Monarch » il en a l'allure générale : toutefois son arrière ressemble à celui d'un croiseur. Les caractéristiques de l'« Alert II » sont les suivantes : tonnage brut 940 T. ; longueur 58 m. ; largeur 9 m. 50 ; profondeur 7 m. 30 ; tirant d'eau 4 m. 50. Les machines de 105 H. P. permettent d'atteindre la vitesse de 10 nœuds et demi et fonctionnent au pétrole ; on peut loger à bord 200 T. de pétrole. On peut entreposer dans les 3 cuves à câble, soit 125 km. de câble à un conducteur, soit 87 km. de câble à 4 conducteurs, soit encore 56 km. de câble à 6 ou 7 conducteurs. Malgré qu'il soit moins grand que le « Monarch », et par suite moins confortable par gros temps, l'« Alert II » a, depuis son lancement, effectué un grand nombre de travaux de réparations très importants, en dépit de difficultés provenant du fait que par suite des exigences de la guerre il a été équipé avec les vieux dispositifs de déroulement à moitié hors d'usage provenant de l'« Alert I ». Nous devons ajouter qu'en ce moment la « Telegraph Construction and Maintenance Co » procède au remplacement de ce vieux matériel ; le nouveau augmentera considérablement l'efficacité du câblier, qui, au point de vue de l'équipement, sera aussi bien monté que le « Monarch II ». L'effectif total, tant officiers qu'équipage, compte 53 unités. Il convient de remarquer que ces bateaux, construits pour opérer exclusivement dans des eaux peu profondes, ne sont pas munis d'engrenages de poupe comme les gros câbliers. A Woolwich, port d'attache du « Monarch II », le Post office possède un magasin où sont déposées

six cuves à câble de réserve ; on construit en ce moment à Douvres un dépôt où seront logées 4 cuves réservées à l'« Alert II ».

Négligeant les bateaux qui n'ont subi qu'exceptionnellement, nous croyons bon de signaler les câbliers auxiliaires qui ont navigué pendant toute la durée des hostilités.

Le « Hodder » est un cargo de 1.000 tonnes, équipé spécialement en vue de la pose des câbles, qui a remplacé le « Monarch » peu avant sa perte ; il a été chargé de l'entretien du réseau important de câbles mouillés près des Iles Orcades et Shetland et d'une manière générale dans les eaux du nord.

Le « Mersey » est un bateau légèrement plus grand et équipé spécialement pour le service des câbles. Il a opéré principalement dans la Manche et dans la mer du Nord où il a réparé les câbles reliant l'Angleterre au continent.

Le « Siaikot », chalutier transformé en câblier, a déplacé des câbles dans les eaux profondes du golfe de Biscaye (travail que d'aucuns avaient jugé au-dessus de ses forces), et a posé et réparé certains câbles dans des conditions s'opposant à l'emploi d'un bateau de plus grandes dimensions.

Enfin, le « Madis », appartenant au Post office. Ce bateau de chasse fut transformé en câblier et chargé en cette qualité des travaux de pose et d'entretien dans les détroits de Forth et de Tay. Cette petite unité a une longueur de 28 mètres ; c'est vraisemblablement le plus petit câblier du monde ; avec 1 officier, 15 sous-officiers et hommes d'équipage renforcés d'une équipe de 20 ouvriers, il a établi un véritable record en effectuant 127 réparations au cours d'une première mission qui dura 210 jours et 279 au cours d'une deuxième mission de 305 jours, sans parler des travaux de pose de nouveaux câbles effectués entre temps. Il est évident que ce record a été facilité par le fait que les dérangements étaient relevés en des points très voisins l'un de l'autre, ce qui évitait des pertes de temps par va-et-vient. Mais, d'autre part, les réparations portaient sur des câbles à nombreux conducteurs ; il n'était pas rare qu'on eût à remettre en état jusqu'à 16 et même 28 conducteurs. Pendant les dernières années de la guerre, le « Madis » avait été chargé des liaisons par câbles avec la flotte de haute mer ; il a si bien rempli

sa mission qu'il a été cité par le commandant en chef. Il est regrettable que le « Madis » ne soit plus en service ; après la conclusion de l'armistice, il a été, en effet, vendu à une société de sauvetage.

Inauguration par le Président Harding du câble de

Cuba. — Compte-rendu de l'inauguration officielle des lignes sous-marines reliant Key West (Floride) à la Havane (Cuba). Description sommaire des câbles, par T. T. Cook (*Telephone News*, mai 1921).

« Président Menocal, je vous présente mes compliments. » C'est par ces mots prononcés joyeusement que le Président Harding inaugura officiellement, le 11 avril, le nouveau câble téléphonique destiné à relier entre eux les États-Unis et l'île de Cuba. La conversation échangée par les deux présidents entre Washington et la Havane suffit à prouver qu'aujourd'hui les abonnés des grandes villes américaines peuvent communiquer directement avec la Havane ; elle marque un progrès important réalisé par les ingénieurs du réseau Bell dans la science des communications sous-marines.

La cérémonie, qui s'est déroulée sous les auspices du Club national de la Presse, avait pour cadre le majestueux hall des Amériques dans l'Hôtel de l'Union pan-américaine. Y assistaient, en dehors du Président, le Cabinet, le corps diplomatique et une foule de notabilités comme on en voit rarement à Washington.

On avait installé des récepteurs pour tous les hôtes, en sorte que plus de mille personnes entendirent les deux présidents échanger leurs compliments. Une assistance aussi nombreuse et distinguée, composée des fonctionnaires de l'île et de leurs amis, se trouvait à la Havane, aux côtés du Président Menocal.

Après les premières salutations, le président Harding continua en ces termes : « Mon cher président, je tiens à vous exprimer, ainsi qu'au gouvernement et au peuple de Cuba, la joie que j'éprouve à participer comme vous à une cérémonie qui marque l'établissement de relations plus étroites et plus cordiales entre Cuba et les États-Unis. »

En l'honneur du président Harding, le colonel J.-J. Carty, vice-président de l'« American Telephone and Telegraph Co » avait orga-

nisé une démonstration qui remporta le plus vif succès. Le colonel appela à tour de rôle des téléphonistes postés tous les 400 kilomètres le long de la ligne qui va de la Havane à San Francisco, puis redescend sur Los Angeles pour se terminer à la station radio de l'île Catalina dans l'Océan Pacifique. Après avoir reçu la réponse de l'opérateur chargé du poste de Santa Catalina le colonel Carty l'invita à emprunter la liaison radiotéléphonique, les lignes transcontinentales et le nouveau câble pour causer avec le représentant de la compagnie à la Havane. Toutes les personnes réunies dans les deux capitales, entendirent distinctement une voix qui demandait : « Hallo ! Catalina, dites-nous où se trouve votre île ? » L'opérateur de Santa Catalina décrivit très exactement la position de l'île et, à la joie de tous les auditeurs, il termina en demandant : « Mais dites donc, où se trouve Cuba ? »

En « faisant l'appel », le colonel Carty avait correspondu avec les fonctionnaires des téléphones répartis dans 26 localités échelonnées le long de la ligne. Il avait commencé par appeler le central de la Havane ; la réponse avait été instantanée : « Ici, la Havane, Cuba ; c'est Satterthwaite qui parle. »

Tel un sergent faisant l'appel de ses hommes, le colonel avait recueilli les réponses des téléphonistes de Key-West, Palm Beach, Jacksonville (Floride). Ce fut pour les hôtes du président, et pour le président Harding lui-même, le clou de la cérémonie lorsqu'ils entendirent les réponses successives des bureaux de Denmark (Caroline du Sud), de Selma (Caroline du Nord), de Richmond, Washington, Philadelphie, New-York, Harrisburg, Pittsburg, Beaver Dam, Chicago, Davenport, Omaha, North Platte, Denver, Rawlins, Salt Lake, Winnemucca, Sacramento, San Francisco, Fresno, Los Angeles et Catalina. « La longueur totale de la ligne atteint 8.960 km., déclara le colonel Carty. Elle est de beaucoup supérieure à tous les circuits téléphoniques actuellement en service. »

Elle équivaut à une communication plus longue, de plusieurs kilomètres, qu'un circuit direct Londres-Pékin, ou encore à une ligne Londres-Calcutta qui réunirait l'Angleterre à l'une de ses plus lointaines colonies. Une ligne semblable permettrait à certaines

villes des États-Unis de correspondre avec tous les États de l'Amérique du Sud.

Le colonel Carty exposa sommairement les caractéristiques des nouveaux câbles sous-marins, lesquels, étant données les conditions spéciales, constituaient pour les professionnels un problème des plus compliqués. Toutes les difficultés furent vaincues ; la solution des divers problèmes constitue un progrès digne de retenir l'attention.

Poursuivant l'extension des circuits téléphoniques des Compagnies Bell associées au delà du grand viaduc de la « Florida East Coast Railroad Co » les fonctionnaires de la Compagnie Bell décidèrent, dans l'intérêt du public, de relier par téléphone les États-Unis à Cuba. Il s'agissait de poser un câble sous-marin d'environ 184 kilomètres. La profondeur moyenne des eaux atteint 915 mètres ; en certains points elle dépasse 1.600 mètres. Le Gulf stream circule entre l'île et la Floride. Jamais un câble téléphonique aussi long n'avait été posé à des profondeurs pareilles.

Les experts de la Compagnie Bell avaient été chargés de l'étude de cet important problème. Après des recherches approfondies et un labeur opiniâtre, trois câbles ont été posés et fonctionnent aujourd'hui entre Key West et la Havane.

Chaque câble, long de 184 kilomètres environ, est constitué par un conducteur unique en cuivre sous gutta-percha. Sauf aux deux extrémités, les câbles sont séparés par une distance de plusieurs kilomètres, en sorte que si l'un quelconque est en dérangement, les autres puissent continuer à assurer le service. Comme précaution contre une sérieuse interruption éventuelle on a logé près de Key West, dans une vaste cuve en béton, environ 64 kilomètres de câble de réserve, qui se trouvent ainsi protégés contre toute détérioration. Le poids global des trois câbles est de 1.500.000 kilogrammes environ ; les dépenses totales s'élèvent à 1.500.000 dollars en chiffres ronds. Chacun des câbles renferme, en sus du circuit téléphonique, deux circuits télégraphiques fonctionnant en duplex. Pour faciliter la transmission des courants téléphoniques, chaque conducteur est entouré d'un fil de fer fin enroulé en spirale. Sur l'enveloppe en gutta, est enroulée une bande en cuivre qui sert

comme fil de retour et qui, en outre, protège le câble contre les teredos (sorte de vers rongeurs) ou contre tout autre dommage sous-marin. Enfin, les câbles sont entourés de jute, puis d'une armature en acier qui les protège contre tout accident matériel.

Il a fallu revenir à des poids de cuivre supérieurs à ceux qui sont nécessaires pour les câbles terrestres et cela afin d'obtenir le rendement électrique indispensable. Le poids total du cuivre représente plus d'un dixième du poids total des câbles (soit environ 181.600 kilogrammes). En dépit de ces précautions, le courant à l'arrivée n'atteint que le 100^e de son intensité au départ. Toutefois, grâce à des appareils spéciaux installés aux deux postes extrêmes, le courant téléphonique est amplifié 75 fois environ ; on obtient de cette façon un bon service commercial. Les amplificateurs téléphoniques (ainsi que les appareils télégraphiques spéciaux des deux postes extrêmes et les dispositifs qui permettent d'exploiter les circuits télégraphiques et téléphoniques simultanément) diffèrent radicalement des appareils et dispositifs employés jusqu'alors et sont le fruit d'études approfondies.

Il convient de remarquer que la ligne qui écoulait les communications entre Washington d'une part, l'île Santa Catalina et les bureaux de la « Cuban Telephone Co » à la Havane d'autre part, passait en certains points du parcours dans le « Far west », à 1.600 mètres au-dessus du niveau de la mer, tandis qu'elle descendait à 1.600 mètres au-dessous de ce niveau en divers points situés entre Key West et la Havane. Au point où le câble est le plus bas, la pression est d'environ une tonne par pouce carré (645 mm²).

La pose des câbles, l'installation des appareils et les mesures nécessaires exigèrent plusieurs mois. L'énorme poids du câble et la profondeur des eaux obligèrent à employer, sur une notable partie du parcours, un grand câblier. Il arrivait parfois que plus de 1.600 mètres de câbles étaient suspendus au navire. Afin que les câbles fussent posés suivant l'itinéraire préalablement fixé, le câblier devait être assez fort pour garder sa route malgré le poids énorme du câble en déroulement et la violence des courants du Gulf Stream.

Après que le colonel Carty eut appelé, comme nous l'avons vu plus haut, tous les bureaux échelonnés le long de la ligne, plusieurs

ambassadeurs et commissaires, tant américains que cubains, échangèrent des communications. Enfin, plusieurs hôtes de marque communiquèrent avec leurs amis réunis au bureau de la Havane.

Le programme remporta, d'un bout à l'autre, un succès complet. Chaque conversation était limitée à une fraction de minute ; l'ensemble de la cérémonie fut caractérisé par une sorte de discipline, une précision toute militaire, qu'on rencontre fort rarement dans des manifestations de ce genre.

Lorsque la dernière communication non officielle fut terminée, M. F.-A. Stevenson, Directeur des lignes à longue distance de la Compagnie « American Telephone and Telegraph », commanda aux employés de la salle des mesures d'annoncer à la Havane que les expériences d'inauguration étaient terminées et qu'à partir de ce moment même le câble était à la disposition du public. Pour finir, un télégramme de félicitations, signé par le colonel Carty, MM. Stevenson et J.-G. Truedell (ce dernier étant l'ingénieur chargé de l'installation et de la démonstration à Washington), fut transmis aux autorités de l'« American Telephone and Telegraph Co », aux compagnies associées, — en particulier au personnel de la « Chesapeake and Potomac Co » — et à tous ceux qui avaient contribué à faire de la cérémonie un succès sans précédent.

Utilisation du téléphone pour la recherche des isolateurs cassés sur une ligne d'énergie électrique (*E. T. Z.*, mai 1921) — La maison Siemens et Halske a construit un appareil (imaginé par Behrend), qui sert à relever les pertes sur les lignes nues et câbles à courant alternatif. Prenons le cas d'un isolateur brisé (fig. 1). Le courant suit le pylône et, d'après la nature du sol, s'y propage dans diverses directions, le plus souvent en rayonnant. Par suite, entre deux points *a* et *b* par exemple, inégalement distants du pied du pylône, il doit exister une différence de potentiel qui sera d'autant plus élevée que le courant de perte est plus intense et que l'écart entre *a* et *b* est plus accentué. Il est possible de mesurer directement la différence de potentiel au moyen d'un téléphone très sensible. On juge de l'importance de la perte

d'après l'intensité des sons perçus dans le récepteur téléphonique ; il est facile également de trouver la direction du dérangement. Pour une distance donnée entre le pylône et a et b , les sons seront d'autant plus intenses que la ligne ab se rapprochera davantage d'une position parallèle à la ligne d'énergie, ou en d'autres termes, si la ligne ab est dirigée vers l'isolateur brisé. Si l'on reporte le point b en b' , l'audition sera nulle car dans ce cas les deux points sont placés sur un cercle équipotentiel. Les points a et b représentent deux sandales métalliques chaussées par l'opérateur qui

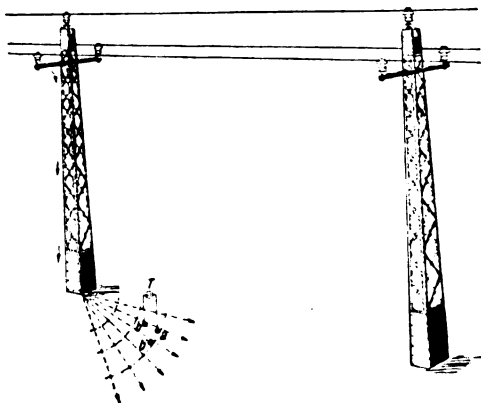


Fig. 1.

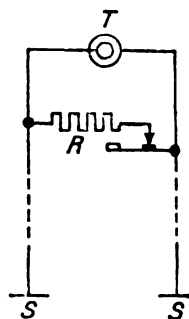


Fig. 2.

longe la ligne en dérangement et finit par trouver l'appui défectueux en écoutant dans le téléphone. Il pourrait arriver que les courants fussent assez forts pour endommager le récepteur ; c'est pourquoi on a eu l'idée d'intercaler une résistance R (fig. 2) qu'on peut mettre hors circuit en abaissant momentanément une clé associée au téléphone. $S.S.$ représentent les sandales ; les conducteurs qui relient les sandales au téléphone sont mobiles de haut en bas ; ils sont fixés à une ceinture que l'opérateur se passe autour du corps. La manœuvre de l'appareil est des plus simples ; l'opérateur qui longe la ligne peut repérer le dérangement vingt mètres au moins avant d'y être arrivé.

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Jules Carpentier. — L'ingénieur-constructeur, M. Jules Carpentier, vient de mourir des suites d'un accident d'automobile. Cette perte atteint, tout à la fois, la science et l'industrie et aussi les Postes et Télégraphes, dont il fut, pendant de longues années, le collaborateur.

Jules Carpentier est né le 30 août 1851. Entré à l'école polytechnique en 1871, il fut classé, à sa sortie, dans le corps des Ingénieurs des Manufactures de l'État, mais, poussé par son goût inné pour la construction mécanique, il passa bientôt au service de la Compagnie des chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée, puis trouva enfin sa voie définitive lorsqu'à la mort de Ruhmkorff, il se rendit acquéreur des ateliers du célèbre constructeur.

Cette acquisition se produisait au moment même où la science électrique prenait son essor, où les méthodes d'investigation et de mesures se développaient avec rapidité et réclamaient des instruments de plus en plus précis. D'autres pays avaient quelque peu devancé la France dans cette voie. Jules Carpentier, réformant, rajeunissant les ateliers dont il venait de prendre possession, entreprit de combler cette lacune et produisit ces instruments de mesures, ampèremètres, voltmètres, électrodynamomètres, etc. dont la construction irréprochable a fait la renommée mondiale de sa marque et à replacé l'industrie française au premier rang dans la construction des appareils de précision. On lui doit également un grand nombre d'instruments, dans chacun desquels il apportait son initiative personnelle et son génie inventif. On lui doit, notamment, des appareils photographiques et sa « photo-jumelle », qui eut une grande vogue en son temps, la mélographe et le mélotrope, une foule d'appareils pour la télégraphie sans fil, et enfin le périscope, installé sur tous les sous-marins, qui, en donnant à la France une avance appréciable sur les autres pays, rendit d'incalculables services.

Baudot, notre génial inventeur du télégraphe multiple-imprimeur, eut la bonne fortune de pouvoir intéresser à son œuvre, encore à l'état d'enfance, cet homme aux vues larges, qui discerna d'emblée, à travers les imperfections et les tâtonnements de tout début, l'idée féconde à poursuivre et à réaliser. Dès 1878, Baudot trouva en lui, non pas seulement le constructeur consciencieux, qui exécute ponctuellement ce qu'on lui confie, mais un véritable collaborateur. Toutes les pièces mécaniques, avant d'être livrées aux ateliers, étaient étudiées, dessinées, mises au point par M. Victor Cartier, le précieux auxiliaire de Jules Carpentier, qui, comme son chef, s'était passionné pour l'œuvre à réaliser. C'est de cette étroite collaboration qu'est sorti le Baudot actuel, qui a conquis le monde entier et qui, copié par les uns, démarqué par les autres, tient encore, malgré tout, la première place parmi les systèmes en usage. Si Baudot, beaucoup plus électricien que mécanicien, avait été livré à ses propres ressources, peut-être eût-il succombé à la peine, comme tant d'autres inventeurs ; et c'est la gloire de Jules Carpentier, d'avoir puissamment contribué à placer la France au premier rang, en ce qui concerne l'outillage télégraphique.

Au cours de sa longue carrière, Jules Carpentier fut en collaboration constante avec les fonctionnaires techniques de notre Administration ; tous ont apprécié sa haute valeur scientifique, sa largeur de vues et son caractère affable ; tous partagent les regrets qu'inspire à ses amis cette mort brutale et prématurée.

Pensions de retraite du personnel postal des États-

Unis. — Conformément aux dispositions de la loi du 22 mai 1920, le droit à pension est acquis à l'âge de 70 ans et après 15 ans de services au minimum. Les ouvriers, les facteurs de ville et les facteurs ruraux, ainsi que les commis ont le même droit à 65 ans ; les commis du service ambulant à 62 ans.

La base de la pension est constituée par la durée du service et par un tant pour cent du traitement principal annuel moyen pendant les 10 dernières années de service.

Les catégories et taux des pensions sont les suivants :

Service 30 ans ; Pension 60 pour cent	maximum	720 dollars (1)
du traitement	minimum	360 —
— 27 — — 54.....	maximum	648 —
— — — — —	minimum	324 —
— 24 — — 48.....	maximum	576 —
— — — — —	minimum	288 —
— 21 — — 42.....	maximum	504 —
— — — — —	minimum	252 —
— 18 — — 36.....	maximum	432 —
— — — — —	minimum	216 —
— 15 — — 30.....	maximum	360 —
— — — — —	minimum	180 —

La durée du service est calculée depuis la date du premier emploi ; elle comprend les périodes de service à des époques différentes (services effectués dans l'armée, la marine, etc...).

Tout agent auquel la loi est applicable, qui aura servi pendant une période totale d'au moins 15 ans, et qui, avant d'avoir atteint l'âge de la retraite, devient totalement incapable par suite de maladie ou d'accident peut être admis à pension.

Aucune personne ne peut cumuler la pension ordinaire prévue par la loi, avec la compensation accordée en vertu de la loi sur les accidents.

Dans le cas où l'agent quitterait le service avant d'avoir atteint l'âge de retraite le montant total des retenues augmenté des intérêts composés à 4 pour cent, sera, sur demande, restitué à l'ayant droit ou à sa famille.

Les pensions sont payées mensuellement, et ne sont pas transmissibles à un tiers, ni saisissables, ni soumises à opposition.

Réseau radiotélégraphique intérieur (*Postes de secours des régions côtières et de montagnes*). — L'Administration des Postes et Télégraphes procède à l'installation de postes radiotélégraphiques de secours destinés à suppléer, le cas échéant, les communications normales interrompues ; ces stations composées de postes à lampes à ondes entretenues (série E-13), sont destinés à relier soit certaines îles au continent, soit certains bureaux des régions

(1) 1 dollar à 100 cents = environ Fr. 5,20.

montagneuses au chef-lieu de leur département. Quelques réseaux fonctionnent déjà.

Réseau de Perpignan. — Ce réseau comprend les postes de Perpignan, Mont-Louis et Bourg-Madame ; depuis le 18 avril un service de T. S. F. régulier fonctionne concurremment avec le service par fil. La moyenne journalière des mots transmis par cette voie est de 2.000.

Réseau de La Roche-sur-Yon. — En mars, par suite de la rupture du câble reliant l'île d'Yeu au Continent, les communications télégraphiques sont interrompues. Des postes de T. S. F. sont installés à La Roche-sur-Yon et à Yeu et depuis le 11 avril l'échange régulier des télégrammes s'opère par radio en attendant la réparation du câble.

Réseau de La Rochelle. — Ce réseau, composé des postes de La Rochelle, Saint-Martin-de-Ré et Saint-Pierre-d'Oléron, est prêt à fonctionner en cas de défaillance des câbles.

Réseau de Nice. — Le réseau Nice-Fontan-Saint-Martin-Vésubie est actuellement en voie d'achèvement.

Service radiotélégraphique entre Londres et Berlin. —

Le 26 janvier a eu l'inauguration d'un service radiotélégraphique duplex fonctionnant chaque jour de 16 à 19 heures entre Londres et Berlin.

La station émettrice anglaise est installée à Stonehaven ; du côté allemand, c'est la station de Königswusterhausen qui est chargée de l'émission ; les longueurs d'ondes sont respectivement de 4.600 et de 5.250 mètres.

L'émetteur de Stonehaven est un arc de la marine de 25 kw. ; il est actionné depuis Londres par une ligne télégraphique aérienne. Le poste récepteur anglais est installé dans le central « West », où se trouvent également les appareils télégraphiques ordinaires et le transmetteur Wheatstone qui permet de faire fonctionner à distance l'appareil émetteur à arc de Stonehaven.

A Berlin, les signaux sont enregistrés par un récepteur Wheatstone ordinaire intercalé dans le circuit local d'un relais spécial très sensible qui est actionné directement par les signaux radiotélé-

graphiques. On poursuit actuellement des essais de réception sur appareil Creed.

On s'est heurté tout d'abord à de sérieuses difficultés provenant de la faible différence des longueurs d'ondes utilisées à Berlin et à Stonehaven, mais on a réussi à améliorer la constance des ondes émises respectivement par ces deux stations.

Avec ces grandes longueurs d'onde, les parasites sont plus forts que dans le cas de longueurs inférieures à 2 km. ; mais les troubles par interférence sont faibles, grâce à l'emploi de dispositifs sélecteurs très efficaces. C'est ainsi que la réception n'est nullement gênée par les émissions de la puissante station de Moscou qui travaille sur une longueur d'onde voisine des deux autres.

Les chiffres ci-dessous donnent une idée du rendement normal ; ils se rapportent à la journée du 25 février (entre 16 et 19 heures) :

reçu de Berlin =	120 télégrammes (total des mots : 2142)
transmis de Berlin =	85 — — 1373)
soit : 205 télégrammes donnant un total de 3515 mots.	

La vitesse moyenne de transmission et de réception varie entre 25 et 50 mots par minute. En raison de ce que la durée du fonctionnement quotidien est fort réduite, on obtient à ces vitesses une sûreté plus grande et une meilleure répartition du trafic qu'à des vitesses plus grandes.

A l'occasion de la Conférence des réparations, le service a été étendu : il a fonctionné entre 1 heure et 5 heures du matin, entre 6 et 8 heures et entre 14 et 19 heures.

Utilisation d'appareils rapides sur une communication radiotélégraphique entre l'Angleterre et l'Allemagne.

— Le Post office britannique a effectué récemment entre Aldershot et Cologne des expériences de communications radiotélégraphiques qui ont prouvé qu'aujourd'hui le système était suffisamment perfectionné pour qu'on puisse l'utiliser sur une base commerciale ; les appareils rapides employés dans la circonstance avaient été préalablement installés à Aldershot et à Cologne par le « Signals experimental Establishment » de Woolwich.

Les expériences furent faites à la demande de l'Ingénieur en Chef et avec la collaboration du Central télégraphique de Londres chargé de fournir des agents exercés pour exploiter la communication au Wheatstone ; on avait préparé une bande portant environ 300 télégrammes, de chacun 20 mots en moyenne, qui devaient être transmis chaque jour dans les deux sens. Chacun des postes avait été muni d'une copie de la bande pour lui permettre de se rendre facilement compte à la réception des erreurs ou des défauts de transmission.

Des essais réels, à la vitesse de 100 mots par minute, eurent lieu les 9, 10 et 11 février ; dans la matinée et dans l'après-midi le 9 et le 11, dans la soirée seulement le 10. On comptait pouvoir étudier les effets des courants vagabonds au cours des expériences faites le soir, mais par un hasard fâcheux en la circonstance, les effets furent si peu prononcés ce jour-là, que la réception n'en fut nullement gênée. C'est même vers la fin de la soirée qu'on obtint les meilleurs résultats de tous les essais.

L'analyse des résultats d'ensemble a fait ressortir que 83 % des télégrammes avaient été parfaitement reçus ; 9 % renfermaient des erreurs qu'on avait pu corriger d'office, car il s'agissait d'erreurs de perforation ou d'erreurs dues à un léger défaut de réglage des appareils ; le reste, c'est-à-dire 8 % des télégrammes, étaient entachés d'erreurs qui en avaient nécessité la répétition ; on pouvait attribuer ces erreurs au brouillage, aux courants parasites, à un mauvais réglage des appareils ou à d'autres causes. Des essais de très courte durée à la vitesse de 150 mots par minute donnèrent des résultats satisfaisants.

A Cologne, le poste Wheatstone était situé à environ 5 km. de la station radiotélégraphique ; des relais « B » montés dans cette dernière servaient à la fois à la réception et à la transmission. Un circuit artificiel installé à Aldershot assurait la sélection.

Le transmetteur des ondes radiotélégraphiques consistait en une lampe de 1,5 kw du modèle ordinaire avec une dérivation sur la grille. La transmission s'effectuait en réalité au moyen de ce circuit en dérivation alternativement fermé et ouvert sous l'effet d'un relais « B », lequel était lui-même commandé à distance par le transmetteur Wheatstone du bureau éloigné.

L'appareil de réception des ondes radiotélégraphiques comprenait : un amplificateur haute fréquence à trois lampes, une lampe relais Turner, une lampe amplificatrice et un relais double à lampes, tous associés en cascade. L'amplificateur à 3 lampes était couplé faiblement avec le circuit d'antenne et le relais double à lampes fonctionnait comme relais « B ». Ce relais actionnait ensuite deux appareils récepteurs Wheatstone situés l'un au bureau éloigné, l'autre à la station radiotélégraphique. Ce dernier permettait de régler l'appareil récepteur radio en cours de réception.

BIBLIOGRAPHIE

A. — BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

Appareils et installations télégraphiques. — Cours professé à l'École supérieure par E. MONTORIOL, inspecteur des Postes et Télégraphes. (Encyclopédie d'électricité industrielle publiée sous la direction de A. BLONDEL, membre de l'Institut, librairie Baillière et fils, 19, rue d'Hautefeuille, Paris, V^e. 1 vol. in-8° de 610 pages avec 449 figures dans le texte. — Prix : 40 francs.)

M. BLONDEL, membre de l'Institut, présente le nouvel ouvrage de M. l'Inspecteur MONTORIOL, par la préface suivante :

L'ouvrage que M. Montoriol publie aujourd'hui sur les appareils et installations télégraphiques étant le premier volume qui paraît de l'Encyclopédie d'Électricité Industrielle, j'ai plaisir à le présenter au public en précisant la place que cet ouvrage va occuper dans l'Encyclopédie. Il fait partie des quatre ouvrages consacrés à la technique télégraphique, qui constitue une branche spéciale et fort importante de l'électricité industrielle par suite des immenses applications des transmissions télégraphiques et téléphoniques et de l'importante construction d'appareils à laquelle elles donnent lieu.

Mais cette technique est assez étroitement spécialisée et présente un certain caractère qui la distingue de la grande industrie électrique : d'une part, elle exige des connaissances théoriques très approfondies quand il s'agit des lignes de transmissions télégraphiques et téléphoniques et des transmissions radiotélégraphiques ; d'autre part, elle demande des connaissances développées jusqu'au plus petit détail de construction et d'installation quand il s'agit des appareils télégraphiques et téléphoniques. On ne peut demander à un même ingénieur de se placer à la fois dans le même ouvrage à des points de vue si différents ; c'est ainsi que nous avons été conduit à mettre à part toute la partie théorique générale

des transmissions télégraphiques et téléphoniques dans un ouvrage spécial, à consacrer à la radiotélégraphie un autre ouvrage spécial, et à grouper dans deux volumes indépendants tout ce qui concerne respectivement la pratique de la télégraphie et la pratique de la téléphonie, en les débarrassant de toute question de théorie pure.

Désireux, comme toujours, de confier chaque ouvrage aux spécialistes les plus autorisés et ne voulant pas multiplier le nombre des ouvrages français sur le même sujet, nous avons obtenu pour ces deux volumes de pratique professionnelle le haut appui de M. Dennery, directeur de l'École supérieure des Postes et Télégraphes, qui a bien voulu nous assurer le concours de deux de ses collaborateurs et nous permettre ainsi d'inscrire ces deux ouvrages dans la Bibliothèque de cette École en même temps que dans l'Encyclopédie. Nous tenons à le remercier de ce précieux concours.

Nul n'était mieux qualifié que M. Montoriol, inspecteur des Postes et Télégraphes, professeur à l'École supérieure des Postes et Télégraphes, à la fois par son enseignement et par sa longue pratique des appareils télégraphiques, pour nous donner un exposé approfondi, très clair et très compétent, une classification rationnelle des divers systèmes et une comparaison fondée sur les leçons de la pratique.

Cet ouvrage s'adressant à des professionnels français très nombreux, l'auteur a cru devoir, avec raison, insister particulièrement sur la description des appareils de construction française, mais il n'a pas négligé pour autant les appareils étrangers importants qu'on peut appeler « représentatifs » des méthodes différentes des nôtres ; il a fait la critique comparative des unes et des autres d'une façon pénétrante. Aussi ce volume, bien que l'on n'y rencontre pas les formules et les considérations de théorie générale qui abondent dans certains ouvrages de la même Encyclopédie, est-il d'un constant intérêt, en même temps que d'une grande utilité pratique ; il répond ainsi parfaitement à son but.

Les lecteurs admireront certainement la façon si précise et si claire dont M. Montoriol fait comprendre les problèmes les plus délicats de la construction et de l'exploitation des appareils télégraphiques modernes, et en expose les perspectives d'avenir.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.

PREMIÈRE PARTIE

APPAREILS A TRANSMISSION SIMPLE.

- I. -- Appareils à cadran.
- II. — Appareil Morse.
- III. — Parleurs.
- IV. — Systèmes dérivés du Morse.
- V. — Appareils imprimeurs.
- VI. — Appareils autographiques, téléphotographiques, téléautographiques, etc.

DEUXIÈME PARTIE

MOYENS D'AUGMENTER LE RENDEMENT DES LIGNES.

- VII. — Considérations générales.
- VIII. — Systèmes de décharge.
- IX. — Courant de repos.
- X. — Courants compensés.
- XI. — Emploi de relais à la réception.
- XII. — Sectionnement des lignes. Translations.
- XIII. — Dispositifs spéciaux aux câbles sous-marins.
- XIV. — Utilisation d'un fil pour des communications successives.
- XV. — Transmissions simultanées par courants de même nature.
- XVI. — Transmissions simultanées par courants de natures différentes.

TROISIÈME PARTIE

APPAREILS A TRANSMISSION AUTOMATIQUE.

- XVII. — Appareils divers.
- XVIII. — Appareil Wheatstone.
- XIX. — Appareils Creed.
- XX. — Transmission automatique sur les câbles sous-marins.
- XXI. — Appareil automatique Pollak-Virag.
- XXII. — Systèmes automatiques divers.

QUATRIÈME PARTIE

SYSTÈMES A TRANSMISSION MULTIPLE.

- XXIII. — Système Baudot. Installation double.
- XXIV. — Installations Baudot triples, quadruples et sextuples.
- XXV. — Installations Baudot pour postes échelonnés.
- XXVI. — Translation Baudot pour lignes aériennes.
- XXVII. — Retransmetteurs automatiques Baudot.

- XXVIII. — Emploi du Baudot sur les lignes souterraines.
- XXIX. — Emploi du Baudot sur les lignes sous-marines.
- XXX. — Transmission automatique au Baudot.
- XXXI. — Systèmes dérivés du Baudot.
- XXXII. — Multiple Rowland.

CINQUIÈME PARTIE

SOURCE D'ÉLECTRICITÉ.

- XXXIII. — Piles.
- XXXIV. — Accumulateurs.
- XXXV. — Machines dynamo-électriques.
- XXXVI. — Redresseurs de courants alternatifs.

SIXIÈME PARTIE

ORGANES ACCESSOIRES.

- XXXVII. — Organes de protection.
- XXXVIII. — Répartition des voltages.
- XXXIX. — Répartition des lignes.
- XL. — Collecteurs de terre.
- XLI. — Commutateurs.
- XLII. — Galvanoscopes. Sonneries.

SEPTIÈME PARTIE

MONTAGE DES POSTES.

- XLIII. — Postes Morse pour lignes simples.
- XLIV. — Postes Morse pour lignes en dérivation.
- XLV. — Postes Morse pour lignes en embrochage.
- XLVI. — Dispositifs préservateurs des courants telluriques.

HUITIÈME PARTIE

TABLEAUX COMMUTATEURS.

- XLVII. — Tableaux Mandroux.
- XLVIII. — Tableaux standards.
- XLIX. — Tableau commutateur Blanchon.
- L. — Multiple télégraphique.

NEUVIÈME PARTIE

BATTERIE CENTRALE TÉLÉGRAPHIQUE.

- LI. — Batterie centrale système Blanchon.
- LII. — Nouveau système de batterie centrale.

APPENDICE

COMPARAISON ENTRE LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES TÉLÉGRAPHIQUES.

- I. — Rendement individuel des agents.
- II. — Rendement des lignes.
- III. — Classification générale.

CONCLUSION.

Principes généraux d'exploitation téléphonique. —

Cours professé à l'École supérieure des Postes et Télégraphes, par M. MILON, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1921). (Librairie de l'Enseignement technique, 3 bis, rue Thénard, Paris, V^e. 1 vol. de 150 pages. Prix : 6 francs.)

L'ouvrage est précédé de l'introduction ci-après :

Le but de ces leçons est de définir et d'étudier les principes généraux d'une exploitation téléphonique rationnelle, c'est-à-dire d'une exploitation dont l'organisation ne tient compte que des besoins du service téléphonique lui-même, et de l'état auquel sont parvenues aujourd'hui la science téléphonique et la technique des constructeurs. Je me préoccuperais donc moins d'exposer et de commenter les règlements d'exploitation de l'Administration française (ce qui constitue l'objet d'un autre cours) que de définir les bases sur lesquelles doivent être édifiés les règlements communs à toute exploitation et d'étudier le sens dans lequel ils doivent évoluer pour suivre les progrès de la technique ; réciproquement d'ailleurs, l'examen des besoins et la détermination des points les plus defectueux dans l'exploitation actuelle permettront d'indiquer aux constructeurs le sens dans lequel ils doivent porter leurs recherches.

Les deux buts fondamentaux de toute exploitation rationnelle sont la *diminution des dépenses* et l'*accroissement des recettes*. Ces deux expressions doivent d'ailleurs être comprises dans le sens le plus large, et viser non seulement les dépenses et les recettes présentes, mais encore celles de l'avenir. Tout effort tenté pour améliorer le rendement du matériel ou du personnel, pour placer celui-ci dans de meilleures conditions de travail, doit se traduire en fin de compte par une diminution de dépenses pour un service rendu équivalent. De même, toute mesure prise en vue d'améliorer la qua-

lité du service, d'étendre le champ d'action d'un organisme, de faire bénéficier la clientèle de nouvelles facilités, doit se traduire finalement par un accroissement de recettes.

Cela ne veut pas dire évidemment qu'une administration, et particulièrement une administration d'État, ne doive pas avoir d'autre mobile d'action que ces deux buts, d'apparence strictement commerciale.

Si par exemple une partie de son personnel travaille dans des conditions défectueuses, il est de son devoir, indépendamment de toute autre considération, d'améliorer ces conditions. Mais, si l'on examine les conséquences de cette amélioration, on voit qu'en plaçant le personnel dans de meilleures conditions de travail, on améliore son rendement et on se prépare ainsi la possibilité d'un accroissement de recettes ou d'une diminution de dépenses. En réalité, cette dernière considération, envisagée avec toute la largeur de vue nécessaire, doit suffire à justifier sinon la totalité, du moins la très grande majorité des mesures que le souci d'une exploitation bien conduite peut amener à prendre.

Nous allons donc nous efforcer, après avoir indiqué comment on pourrait dresser le bilan d'une exploitation téléphonique, d'étudier les mesures susceptibles de modifier ce bilan dans un sens favorable, et par conséquent de déterminer le sens dans lequel doivent s'orienter les efforts des exploitants et les recherches des techniciens.

TABLE DES MATIÈRES

Livre I. — *Exploitation urbaine.*

Chapitre I^{er}. — Étude du réseau.

Chapitre II. — Étude des appareils d'abonnés.

Chapitre III. — Étude du bureau central.

Chapitre IV. — Taxation.

Livre II. — *Exploitation suburbaine.*

Chapitre I^{er}. — Taxation.

Chapitre II. — Règles d'une bonne exploitation suburbaine

Chapitre III. — Exploitation semi-automatique ou automatique.

Livre III. — *Exploitation interurbaine.*

Chapitre I^{er}. — Taxation.

Chapitre II. — Méthodes d'exploitation.

Chapitre III. — Développement du réseau interurbain.

Chapitre IV. — Exploitation automatique.

B. — OUVRAGES DIVERS.

La coexistence des lignes électriques à courant fort et à courant faible, par I. van Dam, conseiller électricien de l'État néerlandais.

Un volume en langue française, in-8° de vi-204 pages, avec 48 figures. La Haye, N. Veenstra, éditeur, 1921.

Le grand développement qu'ont pris le transport de l'énergie électrique et le trafic téléphonique rend de plus en plus difficile la coexistence, au voisinage les unes des autres, des lignes à courant fort et des lignes à courant faible.

L'étude des troubles qui peuvent se produire dans ces derniers et des moyens dont on dispose pour les éliminer vient d'être faite par M. van Dam d'une façon aussi complète qu'on le pouvait souhaiter. Son ouvrage, abondamment illustré, est complété par de précieux tableaux numériques et par un index alphabétique.

En voici la table des matières :

CHAPITRE PREMIER

INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE D'UNE LIGNE TRIPHASÉE A HAUTE TENSION SUR UNE LIGNE TÉLÉGRAPHIQUE.

Coefficient d'induction mutuelle. — Exemple numérique pour calculer la f. é. m. induite. — Sensibilité des appareils télégraphiques. — Appareil Morse. — Sounders ou parleurs. — Relais. — Système duplex et quadruplex. — Appareil Hughes. — Appareil télégraphique rapide de Siemens. — Appareils de Wheatstone et de Baudot. — Constante de temps. — Coefficient de self-induction d'un conducteur rectiligne. — Coefficient de self-induction des appareils télégraphiques. — Conclusion.

CHAPITRE II

INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE D'UNE LIGNE DE TRACTION MONOPHASÉE ET D'UNE LIGNE DE TRACTION TRIPHASÉE SUR UNE LIGNE TÉLÉGRAPHIQUE

Partie du courant qui ne retourne pas par les rails. — Profondeur du conducteur de retour fictif. — Exemple numérique pour le calcul de la f. é. m. induite avec la traction monophasée. — Influence des courants échappés hors des rails. — Exemples de la pratique. — Induction électromagnétique avec la traction triphasée. — Exemple numérique pour le calcul de la f. é. m. induite avec la traction triphasée. — Exemples de la pratique.

CHAPITRE III

MOYENS DESTINÉS À SUPPRIMER OU À AMOINDRIR LES TENSIONS INDUITES ÉLECTROMAGNÉTIQUEMENT SUR UNE LIGNE TÉLÉGRAPHIQUE

Adjonction de self-induction. — Ecran métallique. — Dispositif compensateur. — Dispositif de Giroussé. — Shunt de résonance Latour. — Dispositif du pont. — Ligne auxiliaire avec transformateur de neutralisation. — Transformateurs-suceurs. — Transformateurs-suceurs avec conducteur de retour isolé. — Amplificateurs avec tubes à vide. — Sectionnement du fil de travail. — Méthode en application sur le New-York, New Haven and Hartford Railway. — Le doublement des fils télégraphiques. — La mise en souterrain des lignes télégraphiques.

CHAPITRE IV

INDUCTION ÉLECTROSTATIQUE D'UNE LIGNE TRIPHASÉE À HAUTE TENSION SUR UNE LIGNE TÉLÉPHONIQUE À DOUBLE FIL

Calcul des capacités entre les lignes à courant fort et à courant faible et celles par rapport à la terre. — Relations pour les tensions et les intensités de courant induites. — Exemple numérique pour le calcul des tensions et des intensités de courant induites. — Sensibilité du téléphone. — Discussion des résultats du tableau IX. — Dangers du contact des lignes téléphoniques. — Influence de la longueur des lignes téléphoniques. — Montage des lignes à haute tension dans un plan vertical. — Influence des harmoniques supérieurs dans la courbe de tension.

CHAPITRE V

MOYENS DESTINÉS À SUPPRIMER OU À AMOINDRIR LES TENSIONS INDUITES ÉLECTROSTATIQUEMENT PAR UNE LIGNE TRIPHASÉE À HAUTE TENSION SUR UNE LIGNE TÉLÉPHONIQUE À DOUBLE FIL

Rotations de la ligne téléphonique. — Transpositions de la ligne triphasée. — Place des croisements. — Isolement du circuit téléphonique. — Transformateurs d'isolement. — Appareils téléphoniques à isolement élevé. — Autres dispositifs de sûreté dans les postes téléphoniques. — Bobines de drainage. — Emploi de câbles téléphoniques aériens ou souterrains. — Installation d'un fil de terre à proximité des lignes à courant faible. — Déchargeurs à eau.

CHAPITRE VI

INDUCTION ÉLECTROSTATIQUE D'UNE LIGNE DE TRACTION MONOPHASÉE SUR UNE LIGNE TÉLÉPHONIQUE À DOUBLE FIL

Relations pour les tensions et les intensités de courant induites. — Exemple numérique pour le calcul des tensions et des intensités de courant induites. — Dangers du contact des lignes téléphoniques. — Influence des harmoniques supérieurs dans la courbe de tension.

CHAPITRE VII

MOYENS DESTINÉS A SUPPRIMER OU A AMOINDRIR LES TENSIONS INDUITES ÉLECTROSTATIQUEMENT PAR UNE LIGNE DE TRACTION MONOPHASÉE SUR UNE LIGNE TÉLÉPHONIQUE A DOUBLE FIL

Rotations de la ligne téléphonique. — Isolement du circuit téléphonique. — Application pratique des bobines de drainage et des croisements des lignes téléphoniques. — Bobines de Perego. — Circuit de résonance. — Fil de contre-tension. — Alimentation par phases opposées. — Installation d'un fil de terre à proximité du fil influencé.

CHAPITRE VIII

TROUBLES DUS A LA DÉRIVATION DE COURANTS DANS LE SOL

Réseaux à courant continu à trois conducteurs avec l'intermédiaire à la terre. — Transport de force à courant alternatif avec la terre comme conducteur de retour. — Transport de force à courant continu avec la terre comme conducteur de retour. — Système de traction par fil aérien. — Eclissage électrique des rails. — Feeders de retour. — Système de traction à troisième rail. — Les fils de signaux des chemins de fer. — Système de traction à courant alternatif. — Câbles sous-marins et courants vagabonds de tramways. — Courants telluriques.

CHAPITRE IX

DÉGRADATIONS CAUSÉES PAR LES COURANTS VAGABONDS AUX CABLES SOUTERRAINS

Corrosion des enveloppes de plomb des câbles électriques. — Détérioration chimique des câbles sous plomb. — Limitation de la différence de potentiel. — Résistance spécifique des sortes de terre. — Protection des enveloppes de plomb des câbles. — Conducteur neutre des réseaux à trois conducteurs. — Moyens pour éviter les dangers de l'électrolyse. — Système de traction à courant continu à trois conducteurs.

CHAPITRE X

TROUBLES CAUSÉS PAR LES HARMONIQUES SUPÉRIEURS DANS LES LIGNES D'ÉNERGIE

Courbe de tension des alternateurs. — Harmoniques de denture. — Harmoniques dus à la répartition du flux. — Charge de l'alternateur. — Harmoniques occasionnés par saturation magnétique du fer des transformateurs. — Harmoniques occasionnés par les moteurs. — Manœuvre des interrupteurs dans le circuit d'énergie. — Charge des parafoudres électrolytiques. — Harmoniques dans les lignes de traction à courant continu. — Convertisseurs à vapeur de mercure. — Commutatrices.

CHAPITRE XI

INFLUENCE DU MONTAGE EN ÉTOILE ET DU MONTAGE EN TRIANGLE SUR LES LIGNES DE COMMUNICATION

A. Montage en étoile avec point neutre à la terre. — Charge égale des phases. — Charge inégale des phases. — Montage des auto-transforma-

teurs. — Câbles souterrains. — Harmoniques 3 et multiples de 3 de la tension. — Terre accidentelle sur un des conducteurs triphasés. — Rupture d'un fil. — B. Montage en triangle. — Charge égale des phases. — Charge inégale des phases. — Harmoniques 3 et multiples de 3 des courants et des tensions. — Terre accidentelle sur un des conducteurs triphasés. — Rupture d'un fil. — Montage en triangle ouvert. — Effort de la matière isolante. — Réglage des parafoudres. — Danger des tensions élevées. — Ecoulement des charges statiques. — Arc intermittent. — Montage des transformateurs. — Le montage en étoile ou celui en triangle est-il préférable ?

CHAPITRE XII

CONTACT ENTRE LES LIGNES A FORT ET A FAIBLE COURANT

Sûretés de tension et coupe-circuits fusibles dans les lignes téléphoniques. — Fil isolé. — Baguettes isolantes en bois. — Dispositifs de sûreté. — Boucles de garde. — Fils de garde. — Filets de garde. — Augmentation de la sécurité de l'installation d'énergie. — Mise en souterrain des fils téléphoniques.

APPENDICE

Déduction de l'expression du coefficient d'induction mutuelle. — Déduction de l'expression du potentiel. — Calcul des capacités pour 3 lignes triphasées et 2 lignes téléphoniques. — Déduction des relations pour les tensions et l'intensité de courant produites dans un circuit téléphonique par une ligne triphasée. — Déduction de la relation pour l'intensité de courant dans un circuit téléphonique lors de la présence d'un troisième harmonique ou de ses multiples dans la courbe de tension. — Déduction des relations pour les tensions et l'intensité de courant dans un circuit téléphonique, avec des fils téléphoniques posés en spirale. — Déduction des relations pour les tensions et l'intensité de courant produites dans un circuit téléphonique, par une ligne de traction monophasée.

Notions d'Électricité générale, par Ch. Fleury, ingénieur (Dunod, éditeur, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VI^e. 1 vol. de 456 pages avec 372 figures). Prix (majoration comprise) : 26 francs.

Cet ouvrage rédigé par un praticien, à l'usage des contremaîtres et des monteurs électriciens, leur permettra, avec la seule aide des mathématiques élémentaires, d'étudier les phénomènes électriques, de s'en assimiler les théories et de comprendre le fonctionnement des machines et des appareils les plus modernes.

BREVETS D'INVENTION ⁽¹⁾

21.851. 1^{re} addition au brevet N° 512.295. — Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs — M. Marius Latour — France.

21.852. 2^e addition au brevet N° 512.295. — Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs — M. Marius Latour — France.

21.853. 3^e addition au brevet N° 512.295. — Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs. — M. Marius Latour — France.

21.854. 4^e addition au brevet N° 512.295. — Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs — M. Marius Latour — France.

21.855. 5^e addition au brevet N° 512.295. — Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs — M. Marius Latour — France.

21.856. 6^e addition au brevet N° 512.295. — Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs — M. Marius Latour — France.

21.857. 7^e addition au brevet N° 512.295. — Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs — M. Marius Latour — France.

21.858. 8^e addition au brevet N° 512.295. — Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs — M. Marius Latour — France.

21.859. 9^e addition au brevet N° 512.295. — Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs — M. Marius Latour — France.

(1) Les descriptions (notices et dessins) relatives aux brevets sont en vente à l'Imprimerie Nationale, 87, rue Vieille-du-Temple, Paris (III^e).

21.860. 10^e addition au brevet N° 512.295. — Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs. — M. Marius Latour — France.

21.861. 11^e addition au brevet N° 512.295. — Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs. — M. Marius Latour — France.

21.862. 12^e addition au brevet N° 512.295. — Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs. — M. Marius Latour — France.

21.863. 13^e addition au brevet N° 512.295. — Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs. — M. Marius Latour — France.

21.864. 14^e addition au brevet N° 512.295. — Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs. — M. Marius Latour — France.

21.865. 15^e addition au brevet N° 512.295. — Perfectionnements dans les appareils avec lampes-relais ou amplificateurs. — M. Marius Latour — France.

22.063. 1^{re} addition au brevet N° 454.290. — Télégraphie non dirigée avec plusieurs mises à la terre. — Société Signal Gesellschaft — Allemagne.

22.139. 2^e addition au brevet N° 472.048. — Système téléphonique automatique. — Société Le Matériel téléphonique — France.

22.147. 6^e addition au brevet N° 466.295. — Perfectionnement dans les commutateurs automatiques. — Société Le Matériel téléphonique — France.

22.149. 3^e addition au brevet N° 472.048. — Système téléphonique automatique. — Société Le Matériel téléphonique — France.

22.178. 1^{re} addition au brevet N° 508.928. — Disposition pour réduire les courants parasites sur les lignes téléphoniques. — M. Marius Latour — France.

22.199. 1^{re} addition au brevet N° 502.512. — Tube à vide pour la production et la réception des oscillations électriques. — M. René Darmezin du Rousset — France.

22.202. 2^e addition au brevet N° 502.512. — Tube à vide pour la production et la réception des oscillations électriques. — M. R. Darmezin du Rousset — France.

22.210. 1^{re} addition au brevet N° 493.488. — Nouvelle disposition pour arc à oscillations électriques. — M. René Darmezin du Rousset — France.

22.212. 4^e addition au brevet N° 488 190. — Perfectionnements dans la construction du téléphone. — Société française radio-électrique — France.

22.222. 1^{re} addition au brevet N° 483.489. — Perfectionnements aux relais renforceurs pour réceptions téléphoniques et radiotélégraphiques. — M. Auguste-Jean-Baptiste Tauleigne — France et Société F. Ducretet et E. Roger — France.

22.228. 1^{re} addition au brevet N° 459.248. — Télégraphie sous-marine par conduction au moyen de courant alternatif de fréquence déterminée. — Société dite : Signal Gesellschaft — Allemagne.

22.243. 5^e addition au brevet N° 488.190 — Perfectionnements dans la construction du téléphone. — Société française radio-électrique — France.

22.262. 1^{re} addition au brevet N° 495.915. — Dispositif de réception supprimant les antennes usuelles dans les postes de télégraphie ou téléphonie sans fil. — Société française radio-électrique — France.

22 272. 2^e addition au brevet N° 493.489. — Perfectionnements aux relais renforceurs pour réceptions téléphoniques et radiotélégraphiques. — M. Auguste-Jean-Baptiste Tauleigne et Société F. Ducretet et E. Roger — France.

22.288. 1^{re} addition au brevet N° 503.206. — Perfectionnements aux tubes à vide employés en télégraphie et téléphonie sans fil. — Société J. Bocuze et C^{ie} — France.

22.299. — 1^{re} addition au brevet N° 487.996. — Système pour maintenir la charge constante sur un arbre commandant un alternateur à haute fréquence pour télégraphie sans fil. — Société française radio-électrique — France.

516.354. — Perfectionnements aux systèmes de centraux téléphoniques. — Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston — France.

L'éditeur-gérant : A. DUMAS.

MAGON, PHOTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.



ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

X^e ANNÉE — N° 4, 1921.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

FRANCE ET COLONIES : **16** francs. — ÉTRANGER : **18** francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS

A. DUMAS, ÉDITEUR

6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (IX^e).



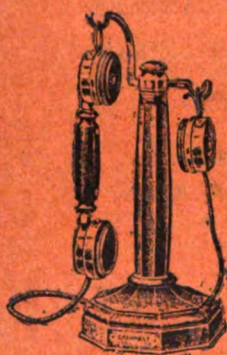
ANCIENNE MAISON EURIEULT

PORCELAINES
et
APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES
GRAMMONT

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 5.000.000 DE FRANCS

Siège social : 10, rue d'Uzès. PARIS

SERVICES COMMERCIAUX ET MAGASINS : 123, rue de Grenelle, PARIS



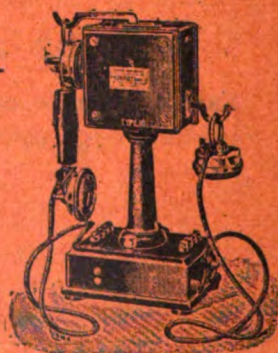
TOUS POSTES

muraux et mobiles
à batterie centrale
et batterie locale

TABLEAUX ET CLASSEURS

POSTES MURAUX ET MOBILES
A BATTERIE LOCALE, AVEC APPEL
MAGNÉTIQUE

Boîtes de coupure
pour
batterie centrale et batterie locale.



CATALOGUE SUR DEMANDE

ANNALES

DES

POSTES, TÉLÉGRAPHES

ET TÉLÉPHONES

RECUEIL DE DOCUMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS
concernant les Services Techniques et l'Exploitation
des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Publié par les soins d'une Commission
nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes.

Paraissant tous les trois mois.

X^e ANNÉE — N^o 4, 1921.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :
FRANCE ET COLONIES : 16 francs. — ÉTRANGER : 18 francs.

Tous les abonnements partent du 1^{er} Janvier.

PARIS
A. DUMAS, ÉDITEUR
6, RUE DE LA CHAUSSEE-D'ANTIN, PARIS (1^{re})

COMMISSION DES ANNALES

DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

AVIS

Les manuscrits adressés aux Annales sont soumis à l'examen d'une Commission dite *Commission des Annales des Postes et Télégraphes*.

Cette Commission se réunit à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, 20, rue Las Cases, Paris, VII^e.

Membres de la Commission :

M. DENNERY, Inspecteur général, Directeur de l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, *Président*.

M. A. BLONDEL, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées,

Le Directeur du Personnel à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes,

M. MILON, Directeur de l'Exploitation Téléphonique, Professeur à l'École Supérieure.

M. POMEY, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes, Professeur à l'École Supérieure.

M. FERRIÈRE, Directeur des Postes et Télégraphes du département de la Seine, Professeur à l'École Supérieure,

M. AUGIER, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes,

M. DIANO, Directeur des Postes et Télégraphes,

M. SAUNIER, Chef de bureau à l'Administration Centrale des Postes et Télégraphes, *Membres*.

MM. TAFFIN, Directeur des Postes et Télégraphes, REYNAUD-BONIN, Ingénieur des Postes et Télégraphes, et CAUCHIE, Inspecteur des Postes et Télégraphes, *Secrétaires*.

M. LAVOIGNAT, contrôleur des Postes et Télégraphes, *Secrétaire-adjoint*.

NOTA : La *Commission des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
L'entr'aide générale par distribution des appels au bureau central téléphonique de Marseille, par M. CORNET, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	569
Les navires câbliers de l'Administration française des Postes et Télégraphes.....	601
L'Administration allemande fait d'importants travaux de câbles téléphoniques à grande distance en Rhénanie.....	612
Documents relatifs au calcul des bureaux centraux téléphoniques automatiques :	
Téléphone et statistique, par M. J.-B. POMEY, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.....	614

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Quelques résultats d'essais d'appareils téléphoniques.....	627
--	-----

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Périodiques en langue française.

Recherches sur l'origine des atmosphériques en radiotélégraphie.....	630
La téléphonie et la télégraphie dans l'Amérique du Sud.....	632

Périodiques en langues étrangères.

La lampe à trois électrodes comme instrument de mesures de laboratoire.....	633
Le relèvement des tarifs téléphoniques en Angleterre.....	637
Les rapports des services d'utilité publique avec le public.....	642

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Note sur les tarifs téléphoniques adoptés aux États-Unis d'Amérique et en Allemagne.....	646
Record d'habileté de dames téléphonistes de Paris.....	647
Un cas de corrosion d'une conduite par voie chimique.....	648
Effets produits sur des circuits téléphoniques et sur des lignes d'énergie par une décharge statique.....	649
A propos du câble transpacifique.....	650

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET
TÉLÉPHONES :

<i>Construction des lignes souterraines.</i> — Cours professé à l'École supérieure des Postes et Télégraphes, par M. PICAULT, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	652
BREVETS D'INVENTION.....	653

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

La bibliothèque des *Annales* fondée en même temps que les *Annales* elles-mêmes est une encyclopédie de Télégraphie, de Téléphonie et de Poste ; les ouvrages qu'elle publie sont énumérés ci-après. Pour acquérir ces ouvrages, prière de s'adresser directement aux éditeurs indiqués pour chacun d'eux.

TÉLÉGRAPHE

Appareils et installations télégraphiques. Cours professé à l'École Supérieure par M. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix : 40 francs (1).

Les derniers progrès réalisés en télégraphie, par M. TONGAS (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs (2).

Cours élémentaire de télégraphie sans fil, par M. G. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 12 francs (2).

Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux, à l'usage du personnel, 1919. — 1 vol. in-16 raisin, 78 pages, 64 figures. Prix : 6 fr. 50 (2).

Instruction sur l'entretien et le réglage des appareils télégraphiques, à l'usage du personnel, 1920. — 1 vol, in-16 raisin, 154 pages, 39 figures (2).

La Technique télégraphique en France (ouvrage publié à l'occasion de l'Exposition de San-Francisco), par M. MONTORIOL, Inspecteur des Postes et Télégraphes (1916). — 1 vol. in-8° carré. Prix : 3 fr. 50 (2).

Pratique radiotélégraphique (*Radiotelegraphisches Praktikum*, par REIN); traduit de l'allemand par M. VIARD, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 9 francs (3).

La Télégraphie en Amérique (*American Telegraph Practice*, par DONALD Mc NICOL); traduit de l'anglais par MM. PICAULT et VIARD, Ingénieurs des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol. (3).

TÉLÉPHONE

Installations téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. MILON, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (2^e édition, 1918). — 1 vol. Prix : 12 fr. 50 (2).

(1) J. Baillièrre et fils, éditeurs, 19, rue Hautefeuille, Paris, 6^e.

(2) Librairie de l'Enseignement technique, 3, rue Thénard, Paris, 5^e.

(3) Gauthier-Villars, éditeur, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 6^e

La Téléphonie automatique, par M. MILON, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. (3)

Principes généraux d'exploitation téléphonique. Cours professé à l'École Supérieure par M. MILON, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1921). — 1 vol. Prix : 6 francs (2).

Instruction sur l'installation et l'entretien des postes téléphoniques d'abonnés, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 raisin, 62 pages, 23 figures. Prix : 3 fr. 50 (2).

Instruction sur la protection des installations télégraphiques et téléphoniques de l'Etat contre les courants industriels, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 jésus à l'italienne, 140 pages. Prix : 3 francs (2).

La télégraphie et la téléphonie simultanées et la téléphonie multiple (*Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen und das mehrfache Fernsprechen*, par K. Berger); traduit de l'allemand par M. LE NORMAND, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 fr. 50 (3).

Traité de Téléphonie pratique (extraits de *American Telephone practice*, par KEMPSTER B. MILLER); traduit de l'anglais (1913). — 1 vol. Prix : 6 francs (4).

Traité de Téléphonie (extraits de *Telephony*, par ABBOTT); traduit de l'anglais par M. GILLES, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 4 francs (4).

ELECTRICITÉ

Cours d'électricité théorique professé à l'École Supérieure (section des élèves-ingénieurs), par M. POMEY, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1914). — 2 vol. Tome I. Prix : 13 francs (3).

Introduction à la théorie des courants téléphoniques et de la radio-télégraphie, par M. POMEY, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1920). — Tome II. Prix : 25 francs (3). Majoration temporaire : 100 %.

Principes d'électricité. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. DROUET, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1917). — 1 vol. Prix : 3 fr. 75 (2).

Électricité industrielle. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. MAUREAU, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes (1918). — 1 vol. Prix : 10 fr. 50 (2).

(2) Librairie de l'Enseignement technique, 3, rue Thénard, Paris, 5^e.

(3) Gauthier-Villars, éditeur, 58, Quai des Grands-Augustins, Paris, 6^e.

(4) Albin Michel, éditeur, 22, rue Huyghens, Paris, 14^e.

Théorie de la pupinisation et applications pratiques. Conférences faites à l'École Supérieure des Postes et Télégraphes, par M. CAHEN, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. Prix : 1 fr. 50 (2).

Instruction sur les essais et mesures électriques et le relèvement des dérangements de lignes et de postes, à l'usage du personnel, 1918. — 1 vol. in-16 raisin, 130 pages, 22 figures. Prix : 4 francs (2).

Instruction sur l'installation de l'éclairage électrique à l'intérieur des locaux, à l'usage du personnel, 1920. — 1 vol. in-16 raisin, 72 pages, 32 figures. Prix : 4 fr. 50 (2).

De la propagation du courant télégraphique et téléphonique (The propagation of the electric currents, par J.-A. FLEMING); traduit de l'anglais par M. RAVUT, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1913). — 1 vol. Prix : 12 francs (3).

La télégraphie, la téléphonie, l'électricité depuis 1878. Extraits du 2000^e numéro de *The Electrician*, traduits par G. HAMEL et E. PICAULT, Ingénieurs des Postes et Télégraphes. — 1 vol. Prix : 4 francs (2).

LIGNES

Construction des lignes télégraphiques et téléphoniques. Cours professé à l'École Supérieure par M. LORAIN, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes (1^{re} édition, 1916). — 2 vol. Prix : 6 francs le vol. (2).

Instruction sur la construction et l'entretien des lignes aériennes, à l'usage du personnel, 1919 (2^e édition). — 1 vol. in-16 raisin, 314 pages, 83 figures. Prix : 8 francs (2).

Instruction sur les circuits combinés et circuits appropriés à la télégraphie et à la téléphonie simultanées, à l'usage du personnel, 1918. — Une plaquette in-16 jésus à l'italienne, 26 pages. Prix : 1 fr. 75 (2).

Les câbles télégraphiques et téléphoniques (Telegraphen und Fernsprechkabel-Anlagen, par STILLE); traduit de l'allemand par MM. PICAULT, Ingénieur, et MONTORIOL, Sous-chef de section des Postes et Télégraphes (1914). — 1 vol. in-8°. Prix : 25 francs (5).

Construction des lignes souterraines. — Cours professé à l'École Supérieure par M. PICAULT, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1921). — 1 vol. de 188 pages. Prix : 6 fr. 50 le vol. (2).

(2) Librairie de l'Enseignement technique, 3, rue Thénard, Paris, 5^e.

(3) Gauthier-Villars, éditeur, 58, Quai des Grands-Augustins, Paris, 6^e.

(5) Béranger, éditeur, 15, rue des Saints-Pères, Paris, 6^e.

POSTE

Exploitation postale. Cours professé à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. FERRIÈRE, Chef de bureau à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes (1913). — 2 vol. Prix : 6 francs le vol. (2).

DIVERS

Comptabilité et droit budgétaire. Cours professé à l'École Supérieure par M. FERET DU LONGBOIS, Directeur au Ministère des Finances (1912). — 1 vol. Prix : 6 francs (2).

Conférences de comptabilité industrielle et commerciale faites à l'École Supérieure par M. VALENSI, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1921). — 1 vol. Prix : 12 francs (2).

Conférences sur les moteurs thermiques faites à l'École Supérieure (section des rédacteurs-élèves), par M. SAUVAGE, Inspecteur général des Mines (1913). — 1 vol. Prix : 2 francs (2).

L'ENTR'AIDE GÉNÉRALE

PAR DISTRIBUTION DES APPELS

AU BUREAU CENTRAL TÉLÉPHONIQUE DE MARSEILLE

par M. CORNET,
Ingénieur des Postes et Télégraphes.

On connaît le principe du système semi-automatique de la Société « Le Matériel Téléphonique ». Une description détaillée de l'installation d'Angers, par M. Reynaud-Bonin, a paru en juin 1916 dans les *Annales*. L'équipement du bureau de Marseille n'en diffère guère que par l'importance du réseau et le nombre des tables d'opératrices, l'adjonction de chercheurs secondaires et la présence d'un dispositif intéressant de distribution des appels entre toutes les opératrices présentes devant le meuble.

Rappelons brièvement la nature des principaux mécanismes du système Western :

Chercheurs. — Ce sont des organes mobiles qui explorent chacun en temps opportun un champ de contacts reliés aux lignes d'une soixantaine d'abonnés formant groupe. Selon l'importance du trafic, on affecte un nombre plus ou moins grand de chercheurs au même groupe d'abonnés, et les lignes de ces abonnés sont multipliées sur les contacts homologues des divers chercheurs de ce groupe (ou co-chercheurs).

Un chercheur comporte des bras porte-balais mobiles devant le champ cylindrique des contacts ou bayonnettes. Un électro P, qui se trouve excité dès que l'un quelconque des abonnés du Groupe appelle, embraye magnétiquement l'axe porte-balais avec un arbre de transmission qui tourne en permanence avec une vitesse uniforme ; dès lors les balais vont circuler avec une vitesse constante devant les contacts et explorer les diverses lignes du groupe des soixante abonnés.

Lorsque l'un des chercheurs du groupe se présente devant la ligne de l'un des abonnés appelants, l'électro P de ce chercheur se trouve désexcité, et le chercheur désembrayé s'arrête; l'arrêt est confirmé du reste par l'excitation simultanée d'un second électro II, l'électro-bloqueur, qui opère par freinage magnétique de l'axe mobile du chercheur.

Nous voyons déjà que si le trafic a nécessité l'installation de 6 co-chercheurs, par exemple, pour un groupe de soixante abonnés, ce procédé permet d'écouler les appels de ce groupe sur un ensemble de 6 lignes seulement, alimentées chacune par l'un des 6 co-chercheurs. Ceci produit une première concentration des appels, et s'il s'agit par exemple d'un réseau de 6.000 abonnés, cette concentration remplace les 6.000 abonnés réels par environ 600 abonnés fictifs appelant en moyenne 10 fois plus souvent.

Lorsque cette concentration est jugée insuffisante, on peut traiter les appels provenant des 600 abonnés fictifs comme on avait fait des appels issus des lignes d'abonnés réels, en groupant à nouveau par 60 ces 600 abonnés fictifs, c'est-à-dire les 600 lignes auxiliaires alimentées par les précédents chercheurs, dénommés « chercheurs primaires », et en chargeant de nouveaux chercheurs, identiques comme construction et appelés « chercheurs secondaires », d'explorer les lignes auxiliaires appelantes.

Sélecteurs. — Pour le but immédiat que nous nous proposons dans cet article, nous n'avons pas besoin de connaître le fonctionnement détaillé des sélecteurs. Qu'il nous suffise de rappeler que ce sont des organes rotatifs munis de balais chargés d'explorer et de choisir des lignes auxiliaires menant par sélections successives à la ligne de l'abonné demandé.

On appelle premiers sélecteurs les sélecteurs qui assurent la première étape de la sélection. Il y en a exactement autant que de chercheurs secondaires (ou de chercheurs primaires dans le cas où la seconde concentration des appels n'existe pas). A chaque chercheur secondaire correspond un premier sélecteur et inversement, avec des circuits et organes spéciaux, dont l'ensemble constitue quelque chose de tout à fait analogue à un dicorde d'opératrice dans les systèmes manuels. Pour cette raison et par

abréviation nous les désignerons sous le nom de cordons. A l'une des extrémités de ce dicorde se trouve la partie mobile du chercheur secondaire, qui explore le champ des lignes appelantes tout comme la fiche de réponse d'un cordon d'opératrice. L'autre extrémité aboutit à la partie mobile du premier sélecteur, laquelle joue absolument le rôle de la fiche d'appel en manuel.

Combineurs. — Un combineur est un commutateur multiple constitué par un axe sur lequel sont calées un certain nombre de cames superposées. Les disques de ces cames ont un profil variable. Chacune commande un ressort et le force en le faisant plus ou moins fléchir à occuper trois positions. Deux autres ressorts sont placés de part et d'autre du premier. Selon qu'une plage plus ou moins bombée de la came actionne le ressort médian, celui-ci se trouve en contact avec l'un ou l'autre des deux ressorts latéraux ou en est isolé.

L'arbre porte-cames est mobile autour de son axe, et peut être embrayé magnétiquement comme dans le cas des chercheurs avec l'arbre général de transmission qui tourne en permanence. C'est encore un électro spécial qui en s'excitant provoque l'embrayage, et l'interrompt en se désexcitant. On ne prévoit pas cette fois d'électro-frein à cause de la faible inertie mécanique de l'axe porte-cames et des frottements des ressorts sur les cames.

Enfin chaque combineur est pourvu d'une came et d'un ressort particuliers, appelés came directrice et ressort directeur et désignés par la lettre A sur les schémas. L'électro d'embrayage étant relié en permanence à la batterie centrale de 48 volts, toutes les fois que l'autre extrémité de son enroulement sera mise à la terre, le combineur sera mis en mouvement. Or le ressort directeur est chargé justement d'établir une telle terre constamment, sauf à certains moments bien définis. De cette façon chaque combineur, qui peut en principe occuper 18 positions ou orientations d'azimuts différents, n'a en réalité qu'un certain nombre de positions stables, caractérisées par le profil de sa came directrice ; et pour le chasser de l'une de ces positions stables à la suivante, il sera nécessaire et du reste suffisant de fournir à son électro d'embrayage une terre nouvelle momentanée.

Si par exemple nous considérons le combineur RHA, représenté sur le schéma par l'électro d'embrayage RHA relié en permanence à la batterie centrale de 48 volts, on voit que les seules positions stables de ce combineur sont les positions 1. 3. 6. 7. 10. 12. 14. 16. 18. parce que le profil de sa came directrice ne présente de creux qu'en regard de ces seules positions et n'isole ainsi le ressort A qu'en ces points-là (fig. 1).

Par ailleurs les diverses cames du combineur isolent et actionnent d'un côté ou de l'autre les ressorts correspondants selon l'orientation actuelle du combineur, et établissent ou rompent les circuits les plus variés, pendant des intervalles de temps eux-mêmes les plus divers, selon le dessin de la came. C'est ainsi que le ressort K se trouve normalement isolé, mais se trouve relié au contact inférieur dans les positions 10, ou 12, ou 14, ou 16 du

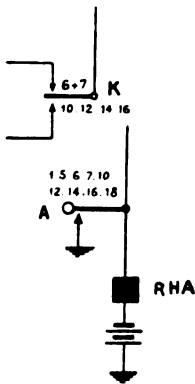


Fig. 1.

combineur RHA, et au contact supérieur pendant tout le temps que mettra le combineur à se rendre de la position 6 à la position 7, y compris le cas échéant les périodes de stationnement du combineur en 6 et en 7, ce que l'on caractérise sur le schéma par la notation symbolique $6 + 7$.

On voit d'après cela quelle variété de combinaisons donnent les combineurs, et quel moyen précieux ils procurent d'assurer au moment voulu et pour la durée désirée la fermeture ou l'ouverture de toutes sortes de circuits.

Ce sont ces organes qui constituent l'une des plus grandes originalités du système Western et lui donnent une flexibilité extraordinaire. Mais ce sont eux aussi, il faut bien le dire, qui déroutent un peu quand on se trouve pour les premières fois en présence d'un schéma à lire, car le mouvement d'un combineur bouleverse non seulement un grand nombre de circuits transitant par ses propres ressorts, mais a souvent les plus lointains retentissements dans les domaines des autres combineurs.

Schémas Western. — Les schémas Western ont donc néces-

sairement une apparence un peu compliquée, et il est bon pour faciliter leur lecture d'avoir quelques principes directeurs.

Les schémas sont partagés en un certain nombre de zones ou de domaines limités par un tracé frontière. Chaque zone est celle d'un combineur en ce sens que tous les ressorts dispersés dans cette zone pour la clarté du dessin bien qu'ils soient superposés en réalité dans l'organe, sont tous des ressorts du même combineur. A chaque étape de la lecture du schéma il est indispensable de se rappeler quelles sont actuellement les positions, stables ou non, des divers combineurs.

On facilitera beaucoup la lecture si l'on partage les périodes d'établissement ou de rupture d'une communication en diverses phases ou étapes, caractérisées par certaines positions des différents combineurs, correspondant aux résultats successifs que l'on se propose d'atteindre. Ces diverses phases correspondent d'ailleurs le plus souvent aux étapes d'une mise en communication dans les systèmes manuels ; et il devient aisé de suivre sur le schéma les circuits nécessaires lorsque l'on sait à chaque instant les résultats que l'on doit immédiatement obtenir.

Le rôle essentiel des différents combineurs étant de modifier convenablement les circuits en cause selon le résultat immédiat à obtenir, on voit que ce sont les diverses positions simultanées des combineurs qui caractérisent chaque phase. Toutefois le nombre de ces positions simultanées est très considérable, et il serait illusoire de chercher à les examiner toutes successivement, ou autrement dit d'en vouloir dérouler à faible vitesse une sorte de film cinématographique. Fort heureusement, un certain nombre d'entre elles sont des positions de stabilisation, dans lesquelles il se produit comme un arrêt dans la progression des opérations, arrêt qui peut d'ailleurs se prolonger un temps notable dans certains cas, s'il se produit momentanément un embouteillage quelconque dans telle ou telle partie du mécanisme. Les phases correspondantes seront donc caractérisées par les *positions de stabilisation terminus* des combineurs. Dans d'autre cas par contre il y a stabilisation transitoire des combineurs pendant tout un ensemble d'opérations, sans qu'il y ait forcément arrêt au passage

à la phase suivante. Alors la phase est mieux caractérisée par les *positions de stabilisation transitoire à l'origine*.

Pour nous familiariser avec la lecture des schémas Western (planches I ou II), nous allons suivre d'après ces principes la marche de l'établissement d'une communication depuis le moment où l'abonné décroche son récepteur jusqu'à l'instant où il est mis en relation avec une opératrice, chargée de taper sur un clavier le numéro demandé et de permettre ainsi à la sélection de commencer et de se poursuivre automatiquement.

1^{re} phase. — L'abonné appelant est mis en relation avec un chercheur libre parmi les 7, 8, ou 10 co-chercheurs primaires (à Marseille) desservant le groupe de 60 abonnés auquel il appartient.

Sur le schéma nous n'avons à fixer notre attention durant cette phase que sur le domaine des chercheurs primaires.

Quand l'abonné décroche son récepteur, le fonctionnement de son crochet commutateur boucle sa ligne, d'où résulte l'excitation de son relais de ligne LR. Ceci a pour conséquence le fonctionnement des deux relais CR, communs aux 60 abonnés du groupe, et par suite l'excitation des électros d'embrayage P des 7, 8, ou 10 co-chercheurs du groupe, ceux du moins qui sont libres, c'est-à-dire pourvus de la batterie centrale de 48 volts placée sous le contrôle du relais LHR. Tous les co-chercheurs primaires libres démarrent donc et explorent le champ des 60 lignes d'abonnés du groupe.

Or celles de ces lignes qui sont appelantes présentent évidemment un potentiel caractéristique sur leur fil D. Le premier co-chercheur qui trouve un tel potentiel a son relais LT_1R excité, mais non pas encore son relais LT_2R , à cause de l'interrupteur FINT dont le rôle est d'arrêter les balais du chercheur en bonne position, exactement en face des bayonnettes de l'abonné appelant. FINT court-circuite en effet LT_1R et l'empêche de désembrayer (par P) et de bloquer (par H) l'arbre porte-balais tant que celui-ci n'est pas arrivé exactement dans la bonne position. Les autres co-chercheurs continuent à tourner, et leur arrêt, s'il n'y a pas d'autres appels dans le groupe, ne se produit qu'au cours d'une phase ultérieure.

2^e phase. — A) *La ligne auxiliaire, ainsi devenue appelante, est mise en relation avec un chercheur libre d'un groupe de 30 co-chercheurs secondaires. Autrement dit : Prise d'un cordon.*

Le même courant qui vient d'exciter l'électro-frein H du chercheur primaire choisi excite les 2 relais CR₁ communs à 60 chercheurs primaires. Il en résulte l'excitation de 30 relais GLR de co-chercheurs secondaires (domaine de R₂), ceux du moins qui sont libres, c'est-à-dire pour lesquels les contacts N du combineur RH₂ et H du combineur R₂ sont convenablement fermés.

Disons tout de suite que chaque cordon comporte 3 combineurs, désignés par les symboles R₁, R₂, R₃ ; et remarquons que aucun appel ne peut être aiguillé sur un cordon déjà pris pour une communication, car le combineur R₂ de ce cordon ayant alors quitté définitivement la position 1 à laquelle il retournera seulement à la fin de la communication, le contact H (1) de ce combineur est ouvert. Nous verrons plus tard le rôle du contact N du combineur RH₂.

Portons donc notre attention sur l'un des cordons accessibles parmi les 30. Son combineur R₂ étant en position 1, l'excitation de son relais GLR procure une terre à l'électro d'embrayage P_F qui met en mouvement le bras porte-balais du chercheur secondaire de ce cordon. Il en est de même de tous les autres co-chercheurs libres.

Or toutes les lignes auxiliaires appelantes issues des chercheurs primaires (toutes les lignes appelantes d'abonnés fictifs) présentent sur leur fil H (domaine gauche du combineur R₁) un potentiel caractéristique dû à la batterie de 48 volts contrôlée par le relais LHR du chercheur primaire appelant. Le premier co-chercheur secondaire en mouvement qui rencontre un tel potentiel a son relais GT₁R excité par cette batterie qui prend terre d'autre part au ressort R du combineur R₂ (toujours en position 1), à la condition que le contact E du combineur RH soit bien fermé, ce que nous supposons provisoirement.

Le relais GT₁R s'excite et se bloque par le contact de son armature ; mais le relais GT₂R ne s'excite à son tour qu'une fois le chercheur secondaire arrivé en bonne position, bien en face des

bayonnettes E, F, G, H de la ligne auxiliaire appelante ; car c'est alors seulement que l'interrupteur FINT de chercheur secondaire cesse de court-circuiter GT_2R . Lorsque GT_2R fonctionne, la terre d'armature de GLR (toujours excité) se trouve à la fois supprimée à l'électro d'embrayage P_F et fournie au combineur R_2 qui démarre aussitôt et à l'électro-frein H_F qui bloque le chercheur. Le combineur R_2 se rend dès lors en position 4 par l'effet de son ressort directeur.

Quant à la lampe pilote GL (domaine des chercheurs primaires) elle s'allume si aucun des 30 cordons n'est libre ou accessible.

B) *Attente d'une opératrice* ou plus exactement *d'un enregistreur libre*. — Positions terminus 4-4 (R_1 en position 4, R_2 en position 4).

La deuxième phase se termine lorsque les combineurs R_1 et R_2 sont arrivés à leurs positions de stabilisation 4-4. Les différentes opérations suivantes qui caractérisent cette position ont alors eu lieu :

1) La lampe d'appel verte CL s'allume fixe sur la table qui dispose de son cordon (domaine de R_2).

2) Le translateur du cordon est relié à l'abonné.

3) Le combineur R_3 choisisseur d'enregistreur se met à tourner à la recherche d'un enregistreur libre.

4) Le relais de coupure COR est excité (domaine des chercheurs prim.).

5) Les co-chercheurs primaires et secondaires précédemment démarrés s'arrêtent.

Remarques. — a) En passant en 2 1/2, R_2 provoque le démarrage de R_1 . Et comme leurs dispositifs d'embrayage avec l'arbre général de transmission ont des dimensions identiques, R_1 a donc 1 1/2 pas de retard sur R_2 .

b) Quand R_2 quitte 3, GT_2R retombe, ce qui permet à R_2 en arrivant en 4 de démarrer R_3 , lequel se met à tourner tant qu'il conserve sa terre, c'est-à-dire tant que GT_2R reste au repos.

c) Quand R_2 passe en 3 1/2, R_1 arrive en 2, et le circuit des 3 relais COR, LHR, R_1R est mis sous courant et y reste :

R_1R met le translateur sur la ligne appelante ;

COR coupe le relais d'appel LR, ce qui produit l'arrêt des chercheurs primaires ;

LHR arrête les chercheurs secondaires et empêche définitivement pendant toute la communication le réembrayage (par P) du chercheur primaire qui a acheminé l'appel et qui doit assurer jusqu'au bout la communication en cours d'établissement ;

SM, relais de compteur, n'est pas encore soumis à un voltage suffisant pour fonctionner.

d) Quand R_2 arrive en 4, la lampe verte CL s'allume et aussi la lampe pilote HPL.

3^e phase. — Prise de l'enregistreur et mise en écoute de l'opératrice. Positions terminus 5-8 (R_1 en 5 ; R_2 en 8) ; combineur d'enregistreur (RHA ou RIIB) en position 6.

La 3^e phase se termine quand on est arrivé à la position de stabilisation 5-8. Les opérations suivantes ont alors eu lieu :

1) La lampe verte CL s'est mise à scintiller, indiquant quel cordon appelant vient d'être pris et mis en écoute ;

2) Le combineur RHA (ou RIIB) est passé en 6, ce qui est signalé à l'opératrice par un signal lumineux permanent. (A Marseille, les lampes L_{10} et L_{100} s'allument ensemble.)

3) Un bref signal audible est donné à la téléphoniste, puis elle se trouve connectée avec le demandeur ;

4) Les rails d'accrochage magnétique des touches numériques du clavier sont excités.

Remarques. — A) Chaque table dispose à Marseille de 21 cordons et de 2 enregistreurs. D'autre part chaque cordon peut être aiguillé soit sur les deux enregistreurs (A et B) de la table (dite principale) à laquelle il appartient, soit sur ceux de la table de droite, soit sur ceux de la table de gauche, si certaines clefs, dites d'entraide, sont abaissées. Il en résulte qu'une fois l'abonné demandeur pris par un cordon, ce cordon pour acheminer l'appel doit explorer au moyen de son combineur R_3 6 enregistreurs différents. D'un autre côté un enregistreur déterminé peut être pris indifféremment par les cordons de la table principale ou par ceux des deux tables mitoyennes, c'est-à-dire par 63 cordons diffé-

rents. On a donc dû prévoir un dispositif de test des enregistreurs. Ce test doit être très bref pour que l'appel soit acheminé très rapidement sur le premier des 6 enregistreurs disponible, et pour qu'il y ait très rarement tests simultanés d'un même enregistreur par deux ou plusieurs des 63 cordons. C'est le contact B du combineur R_3 qui est chargé de faire le test par de brèves et fréquentes impulsions de terre, marquées 1/2. 1 1/2. 2 1/2. 3 1/2. sur le schéma. Les cames B et E de R_3 sont taillées cependant de telle sorte (fig. 2) que par exemple le contact 6 1/2 de la came B commence en même temps que le contact 7 de la came E. De cette manière le courant de test qui doit transiter par les ressorts B et E de R_3 trouve passage si par ailleurs le circuit de test est fermé.

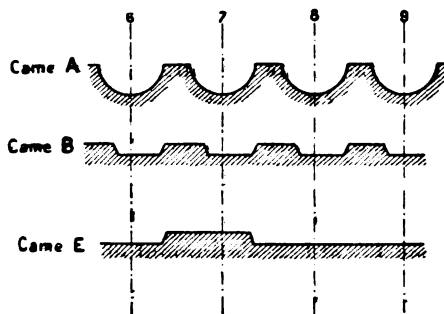


Fig. 2.

Pour rendre les impulsions plus brèves encore, les combineurs R_3 font le test de chaque enregistreur deux fois par tour au lieu d'une seule : les positions 1 et 7 concernent l'enregistreur A ; 2 et 8 l'enregistreur B de la table principale du cordon considéré ; les autres positions 3 et 9, 4 et 10, etc. concernent deux à deux les enregistreurs A et B des tables voisines de gauche et de droite.

B) Ce qui caractérise essentiellement la prise d'un enregistreur par un cordon, c'est l'excitation et le blocage du relais HAR de cet enregistreur. On a voulu éviter de demander directement ce blocage à l'impulsion fugitive de test (terre du contact B de R_3) et à la batterie de test du jack TJ du poste d'opératrice (fig. 3). Il ne faut pas en effet si la téléphoniste se trouve obligée soit de

tance de la terre ; et cette excitation se trouve confirmée par la nouvelle batterie.

b) L'impulsion de test excite également GT_1R . Au moment où l'armature de GT_1R atteint sa position de travail, la terre de 1000 ohms de HA_2R se trouve shuntée par les $20 + 8 + 20 = 48$ ohms du circuit de GT_2R , et HA_2R relâche, supprimant la batterie de sécurité utilisée un court instant pour confirmer le fonctionnement de HAR .

c) Mais ce fonctionnement de HAR a pour effet de le bloquer par son armature gauche au moyen d'une nouvelle batterie contrôlée par le relais $MHAR$. Ce dernier relais ne présente pas d'intérêt pour notre étude actuelle.

d) Ce fonctionnement de HAR démarre par la seconde armature de ce relais (Pl. 1) le combineur RHA ; et quand ce dernier dépasse la position 2, son contact O (fig. 3) coupe la batterie de TJ , et HA_1R relâche. Mais la suppression de la batterie de TJ n'a plus d'importance, puisque le blocage de HAR a été préalablement assuré ainsi que celui de GT_1R .

e) Quand un enregistreur est pris par un cordon, c'est que son relais HAR est bloqué ; ce circuit de blocage fonctionne sous 48 volts et $100 + 2000 + 295 + 20 + 8 + 20 = 2450$ ohms, de sorte que le voltage des contacts de test E de cet enregistreur sur les 62 autres combineurs R_3 est abaissé à moins de 2 volts, et notre enregistreur ne peut plus être pris désormais par aucun autre cordon.

Principales opérations de la 3^{me} phase :

A) Arrêt du combineur R_3 du cordon. — Il est produit par le fonctionnement de GT_2R après le test de l'enregistreur, quand ce test a été positif. Si c'est l'enregistreur A qui a été pris par exemple, c'est au passage de R_3 en position $1/2$ ou $6\ 1/2$ que s'est produit le test, et par suite R_3 s'arrête aussitôt après, en position 1 ou 7, par l'effet de son ressort directeur.

B) Mouvement de l'enregistreur $RIIA$. — Nous avons vu que l'excitation de HAR chasse le combineur RHA de sa position de repos 1. Grâce à son ressort directeur, $RIIA$ se rend en 5, posi-

tion où une terre lui est encore fournie à gauche (schéma général), de sorte que RHA ne s'arrête qu'en 6.

En passant en 5, son ressort N actionne le relais lent CTR (domaine de RH), lequel ferme un instant le poste téléphonique d'opératrice sur une source de courant vibré. L'opératrice reçoit ainsi un « toc », avertisseur de l'arrivée d'un appel.

En arrivant en 6, RHA allume les lampes L_{10} et L_{100} , qui resteront brillantes tant que la téléphoniste n'aura pas tapé le numéro demandé sur son clavier. De plus, et ceci n'a pas été figuré sur le schéma, les rails d'accrochage des touches du clavier se trouvent excités.

C) Mouvement du cordon. — Il part de la position 4-4 et aboutit à la position 5-8. Le fonctionnement de GT_2R fait passer R_2 de 4 en 8 car GLR est encore excité par une terre placée sous le contrôle du relais S_2R (domaine de R_1), et c'est la terre d'armature de GLR que GT_2R en s'excitant applique à R_2 . Quand R_2 arrive en 8, son ressort O applique une terre à R_1 qui se trouve chassé de 4 en 5.

Alors les ressorts J et L de R_1 relient l'abonné au poste d'opératrice tout en lui conservant le translateur pour lui permettre de parler.

Enfin la lampe verte CL se met à fluctuer, par l'effet de l'interrupteur tournant FL, indiquant à l'opératrice à quel cordon son poste vient d'être connecté.

Remarque. — Il est bon de se rendre compte que le mouvement du cordon de 4-4 en 5-8 et le mouvement de l'enregistreur de 1 en 6 n'ont pas relâché l'enregistreur :

1) Le mouvement du cordon n'a pas d'action, car la terre du circuit de HIR à la sortie de GT_2R (schéma général) est bien supprimée par le mouvement de R_2 en M (4 + 6), mais elle est donnée franche en P (6 + 7), puis à travers MHR par M (7 + 12). Ce relais MHR ne s'excite d'ailleurs pas ayant 2450 ohms en série.

2) Le mouvement de l'enregistreur n'a pas d'action non plus, car le seul contact en cause est S (1 + 16) qui ne sera rompu qu'après que l'enregistreur aura entièrement rempli son rôle en quittant 16.

Pour le but que nous nous proposons dans cet article, il n'est pas utile de poursuivre plus loin l'étude de la marche d'une mise en communication.

Généralités sur la distribution des appels.

On a constaté qu'il est prudent de ne pas demander aux opératrices semi-automatiques d'effectuer normalement plus de 500 mises en communication à l'heure chargée. Un chiffre plus élevé ne s'obtient en général qu'au détriment de la qualité du service, en amenant d'une part une fatigue excessive de la téléphoniste et d'autre part des négligences dans le collationnement trop hâtif ou même escamoté du numéro énoncé par l'abonné demandeur ; et ceci contribue à surcharger l'installation par l'accroissement qui en résulte du nombre des appels renouvelés.

Ce chiffre de 500 permet de calculer le nombre minimum de tables nécessaires dans un bureau dont les statistiques antérieures ont appris quelle serait la charge éventuelle. Si l'étude de ces statistiques a donné un nombre N d'appels à prévoir pour l'heure chargée, le nombre minimum des tables à installer est en effet :

$$p = N/500.$$

Si nous appelons n le nombre moyen d'appels par seconde durant l'heure chargée, on peut écrire aussi :

$$n = p/7,2.$$

Mais ce nombre moyen d'appels par seconde, s'il donne une idée d'ensemble du trafic de l'heure chargée, ne représente pas ce qui se passe réellement à chaque instant de cette période. Le trafic téléphonique, comme les distributions de force et de lumière, présente en gros des pointes à certaines heures ; mais ces pointes elles-mêmes offrent à tout moment de brusques et brèves variations, que nous appellerons des « vagues », durant lesquelles le nombre des appels par seconde peut être notablement supérieur ou inférieur à n .

Les dispositifs de distribution des appels ont précisément pour objet de faire contribuer toutes les opératrices présentes à l'écou-

lement de ces vagues, sans laisser le hasard seul présider à la répartition des appels entre elles.

Nous avons dit qu'à Marseille chaque opératrice dispose d'un certain nombre de circuits (avec organes de supervision, etc.) qui jouent absolument le rôle des cordons d'une opératrice manuelle, relier l'abonné appelant à l'abonné demandé. Seulement ces circuits, ces cordons, sont mis automatiquement dès qu'ils sont libérés à la disposition de tous les appels entrants, et c'est le hasard seul qui choisirait entre eux (car la répartition des cordons est faite équitablement entre les tables), si un dispositif spécial n'intervenait pas pour uniformiser son action; sans quoi l'effet même du seul hasard entraînerait inmanquablement des accumulations momentanées d'appels sur les cordons de certaines tables.

C'est là un des avantages du système semi-automatique de Marseille sur les installations purement manuelles, dans lesquelles l'appel d'un abonné aboutit nécessairement devant une opératrice déterminée.

Ses dispositifs de distribution des appels ont justement pour but de réaliser une entraide générale et automatique des opératrices du bureau tout entier, en ne laissant jouer le hasard dans la répartition des appels que dans d'étroites limites.

Nous dirons qu'un *appel est en souffrance* lorsqu'il stationne sur des bancs de co-chercheurs secondaires (au nombre de 30 par groupe), dont les 30 cordons sont momentanément immobiles (les circuits de leur relais GLR, dont dépendent les électros d'embrayage Pf, coupés aux ressorts analogues à N de RH₂, et les circuits de test des cordons étant également coupés aux ressorts analogues à E de RH).

Nous dirons qu'un *appel est en instance sur une table* depuis le moment où il a été admis sur cette table (son combineur R₂ partant de la position 1) et tant qu'il n'a pas trouvé d'enregistreur libre (son combineur R₃ tournant encore).

Nous dirons qu'un *appel est en cours de manipulation* à partir du moment où il a trouvé un enregistreur (arrêt du R₄) jusqu'au moment où l'opératrice ayant tapé le numéro demandé le clavier

se trouve libéré (le combineur RHA quitte la position 7, et RHB peut être pris par un appel en instance, ou inversement).

Nous dirons qu'un *appel est expédié* quand il est en cours de sélection ou plus loin encore, c'est-à-dire depuis le moment où son combineur d'enregistreur RHA ou RHB quitte 7.

Nous dirons qu'une *table est accessible aux appels* lorsqu'un appel ne la trouve pas isolée, c'est-à-dire si tous ses cordons ne sont pas coupés en N ou E.

Nous dirons enfin qu'une *table est libre d'appels* non pas lorsque tous ses cordons sont libres, mais lorsque aucun appel n'est en instance ou en cours de manipulation sur cette table.

En général quand une table est libre d'appels, tout appel qui y est admis n'y stationne pas et trouve immédiatement un enregistreur. Cependant il peut se faire que la téléphoniste ait abaissé une clé d'écoute et ait ainsi isolé ses 2 enregistreurs. Un appel admis dans ces conditions stationnera donc un certain temps sur la table sans être enregistré, à moins de l'être par la table voisine au cas où la clé d'entr'aide limitée se trouverait abaissée.

Ceci posé nous allons examiner les deux modes de distribution des appels utilisés à Marseille, l'un sur 10 tables (principe Milon), l'autre sur 15 tables (système Western).

Distribution des appels principe Milon.

Les principales caractéristiques de ce mode de distribution sont les suivantes :

- 1) Lorsqu'une table libre d'appels vient d'en admettre un premier, elle s'isole pour une durée minimum d'environ 3''6, qui se prolonge si l'attente d'un enregistreur se prolonge pour cet appel.
- 2) Après ces 3''6 et tant que l'appel reste en instance, la table reste isolée aussi longtemps que toutes les autres tables n'ont pas aussi un appel en instance.
- 3) Dès que toutes les tables ont un appel en instance, et s'il reste des appels en souffrance sur l'un au moins des 18 groupes de co-chercheurs secondaires, les tables sont presque immédiatement

rendues toutes accessibles ; et au fur et à mesure qu'un second appel est admis sur l'une d'elles, elle s'isole pour 3''6 au minimum et reste isolée aussi longtemps que toutes les tables n'ont pas, elles aussi, recueilli et mis en instance un nouvel appel.

4) Si l'afflux des appels est tel que toutes les tables arrivent à avoir deux appels en instance, elles deviennent de nouveau accessibles toutes ensemble 4''5 après la précédente vague d'admission des appels, et elles se garnissent une à une d'un troisième appel en instance, chacune s'isolant pour 3''6 au minimum après avoir reçu cet appel.

5) Si l'afflux persiste, la même opération recommence 4''5 après la précédente vague d'admission des appels, et ainsi de suite.

6) Naturellement dès qu'un des appels en instance sur une table est pris par un enregistreur, le nombre des appels en instance sur cette table diminue d'une unité. Deux cas peuvent alors se présenter :

Ou bien la table en question n'a plus à ce moment qu'un seul appel en instance ; et alors, 3''6 au plus tôt après son précédent isolement, elle se garnit d'un nouvel appel en instance. Elle a donc plus de chances de recueillir un appel en souffrance que les autres tables qui ne sont rendues accessibles aux appels que toutes les 4''5 au moment des fortes surcharges ;

Ou bien la table a encore plus d'un appel en instance ; et alors elle doit attendre comme toutes les autres tables la nouvelle vague d'admission générale des appels qui se produit toutes les 4''5, tant que la surcharge n'est pas amortie.

En résumé, la distribution Milon assure à tout moment une répartition presque rigoureusement uniforme des appels sur les tables. Dans les périodes de fortes surcharges, elle a même tendance à aiguiller un peu plus fréquemment sur les opératrices très rapides que sur les autres les appels en souffrance, dès que ces opératrices n'ont plus devant elles qu'un appel en instance.

Il est bon de noter enfin la raison d'être du premier isolement de 3''6. Il joue pendant les périodes de trafic moyen ou faible. Sans lui le hasard seul présiderait à la distribution des appels

durant ces périodes, et de temps à autre il pourrait se produire admission de deux appels sur une table (un en cours de manipulation, et un en instance), alors que d'autres tables resteraient libres. L'isolement d'une table pendant 3''6 oblige les appels qui se présentent pendant ces 3''6 à se distribuer un par un sur les autres tables libres.

Distribution des appels système « Western ».

Les principales caractéristiques de ce mode de distribution sont les suivantes :

1) Lorsqu'une table libre d'appels vient d'en admettre un premier, elle s'isole pendant 1''8 environ si cet appel a été pris dans l'intervalle par un enregistreur.

2) Cet isolement se prolonge jusqu'à 4''5 si dans l'intervalle l'appel n'est pas pris par un enregistreur, c'est-à-dire si un R_i tourne.

3) L'isolement de la table peut durer moins de 4''5. Il cesse en effet aussitôt si l'appel trouve un enregistreur avant la fin de ce délai.

4) Lorsqu'il y a deux appels en instance ou davantage sur une table, cette table s'isole à l'arrivée du dernier appel pour une période minimum de 1''8 et maximum de 7''2. Cet isolement ne dure moins de 7''2 et plus de 4''5 que si tous les appels sauf un se sont enregistrés dans les premières 4''5. Il ne dure moins de 4''5 que si tous les appels se sont enregistrés dans cet intervalle.

On peut dire en résumé que la durée d'isolement se proportionne à peu près à tout moment à la charge de la table tant que cette charge est inférieure ou égale à deux appels en instance plus un appel en cours de manipulation. Mais dès que cette charge est dépassée la durée d'isolement qui suit l'admission d'un appel devient constante et égale au temps moyen nécessaire à une opératrice pour écouler un appel, soit 7''2, comme nous l'avons vu.

On voit apparaître la différence essentielle entre le principe

Milon et le principe Western, *au moins dans la période de début d'une surcharge.*

Tandis que dans le premier système on limite extrêmement le rôle du hasard dans la distribution, en soustrayant définitivement chaque table à l'action de répartition du hasard dès qu'elle en a bénéficié ; dans le système Western au contraire on compte beaucoup plus sur un équilibre statistique, mais on aide le hasard en lui permettant d'exercer son action de répartition plus tôt et plus souvent sur une table faiblement chargée, plus tard et plus rarement sur une table plus fortement chargée.

Analyse simplifiée du mode d'accumulation des appels.

Il est intéressant de se rendre compte dans un cas simple de la manière dont les appels s'accumulent sur les tables.

On peut supposer par exemple qu'une brusque et importante vague d'appels se présente à un moment où toutes les tables sont libres.

Il n'existe pas de mécanisme d'un fonctionnement rigoureusement instantané : Si donc, par l'effet du hasard, plusieurs appels se présentaient presque simultanément à une table, quelques-uns d'entre eux pourraient y être admis à la fois ; mais ce cas ne peut être évidemment que très exceptionnel, et l'on peut admettre que même pendant les vagues très serrées dans les heures de pointe ce cas ne se présente pratiquement jamais.

Voyons donc ce qui se passe à l'arrivée d'une vague très dense dans le système Western.

Lorsque le premier appel se présente, il est admis sur une table qui s'isole aussitôt, de sorte que l'appel suivant ne peut être admis qu'à l'une des $(p-1)$ autres tables. Le troisième appel arrivera à l'une des $(p-2)$ tables restantes, et ainsi de suite jusqu'à ce que les p tables soient occupées par les p premiers appels admis en instance et supposés parvenus dans un délai de moins de 1"8. Telle sera la première période.

Ce n'est qu'au bout de 1"8 que les différentes tables admettront une à une un nouvel appel, si nous envisageons le cas le

plus fréquent où tous les précédents appels se sont enregistrés, puisque nous avons supposé toutes les tables primitivement libres d'appels. On peut donc dire en première approximation que le dispositif Western permet de répartir uniformément entre les tables une vague de p appels en $1''8$, soit :

$$\frac{p}{1,8} = n. \frac{7,2}{1,8} = 4. n \text{ appels par seconde,}$$

vague 4 fois supérieure pendant près de 2 secondes à la densité moyenne d'appels (n par seconde) à l'heure chargée.

C'est déjà là une vague exceptionnelle. Si elle a persisté cependant plus de $1''8$, les appels non admis sur les tables ont dû stationner sur les bancs des co-chercheurs secondaires tous immobiles dans chaque groupe. Au moment où la table prise en premier lieu dans la première période cesse d'être isolée au bout de $1''8$, les chariots de tous les chercheurs secondaires des cordons qu'elle a de disponibles se mettent à tourner, et l'un d'eux (et très généralement un seul) se fixe sur une ligne appelante. La table s'isole à nouveau et encore pour une durée de $1''8$, puisque nous avons supposé le précédent appel déjà enregistré. C'est ensuite le tour de la table prise en second lieu pendant la première période, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'un second appel ait été admis sur chaque table.

Ce n'est qu'au bout de $1''8$ que une à une les différentes tables pourront admettre un troisième appel. On peut donc dire en gros, cette fois encore, que la distribution Western permet de répartir uniformément entre les tables une deuxième vague succédant immédiatement à la première et constituée encore par p appels en $1''8$, vague d'une densité 4 fois supérieure à la densité moyenne (n par seconde) à l'heure chargée.

Si la vague persiste encore, les tables s'ouvrent de nouveau une à une, et dès que chacune a pris un troisième appel elle s'isole, mais cette fois pour plus de $1''8$. C'est qu'en effet le deuxième appel pris ne peut s'enregistrer avant que le premier, qui est en cours de manipulation, n'ait été expédié par l'opératrice, ce qui demande en moyenne $7''2$ pour une opératrice assez

vive. Nous supposons ici que l'entr'aide ne joue pas et qu'un appel n'a le choix qu'entre les deux enregistreurs de la table principale ; ceci est d'ailleurs logique, car les enregistreurs A et B des tables voisines sont eux-mêmes en général inaccessibles, puisque l'un d'eux est muni d'un appel en cours de manipulation. L'enregistreur B de la table ne devenant disponible en moyenne qu'à l'époque $1''8 + 7''2 = 9''$, on voit que l'isolement de la table persistera pendant $7''2$, puisqu'à l'époque $1''8 + 1''8 + 4''5 = 8''1$ l'enregistreur B ne sera pas encore libéré.

Ainsi la distribution Western, dans le cas théorique envisagé, permet bien de répartir uniformément et d'accumuler sur les tables 2 vagues successives de p appels de $1''8$ chacune, soit une densité 4 fois supérieure à la densité normale de l'heure chargée, pendant $3''6$; mais elle ne permet d'admettre à la troisième vague que la densité moyenne normale n .

On peut dire d'une autre manière que le dispositif Western permet d'accumuler sur les tables uniformément une vague de 3 p appels pendant $1''8 + 1''8 + 7''2 = 10''8$, soit :

$$\frac{3. p}{10,8} = \frac{3. n. 7,2}{10,8} = 2. n \text{ appels par seconde,}$$

vague d'une densité double de la densité normale à l'heure chargée, et cela pendant près de 11 secondes.

Si l'on suppose que la vague persiste encore, la même analyse montre encore que le dispositif Western permet d'une part de répartir les appels d'une manière sensiblement uniforme entre les tables, et d'autre part, d'étaler la vague sur une durée plus longue que celle pendant laquelle elle se produit réellement, en accumulant quelques appels sur chaque table au lieu de les laisser stationner sur les bancs des chercheurs secondaires. On économise ainsi d'avance le temps qu'il faut à un appel pour passer des bancs des chercheurs secondaires immobiles à la table d'opératrice, et on les tient prêts pour être enregistrés dès que l'occasion s'en présentera.

On impose bien ainsi une certaine attente aux abonnés, mais on assure une distribution régulière des appels entre les opéra-

trices, et en définitive la durée moyenne d'attente des abonnés en sera abrégée.

L'examen du fonctionnement électrique et mécanique de la distribution des appels que nous ferons ultérieurement montre que les appels ne sont pas forcément admis sur les tables d'abord, et enregistrés puis acheminés ensuite, dans l'ordre où ils se sont produits. Cela tient à l'obligation où l'on se trouve de faire stationner les appels dès que toutes les positions d'opératrices sont isolées. A partir de ce moment les appels nouveaux acquièrent tous, si l'on peut dire, la même ancienneté, que les premiers stationnés, et c'est le hasard qui choisira entre eux le moment venu, et parfois sans justice.

Si par exemple on imagine des appels arrivant par vagues successives très courtes de p appels chacune aux instants $0''$; $1''8$; $3''6$; $10''8$, etc. le tableau suivant montre de quelle façon les appels sont admis sur les tables, enregistrés, puis expédiés dans l'hypothèse précédemment faite où il n'y a pas entraide et où les tables sont au début toutes libres. On suppose en outre que les opératrices manipulent toutes leurs appels à la vitesse régulière de un appel toutes les $7''2$; et l'on admet qu'il s'écoule un temps insignifiant entre le moment où un enregistreur RHA ou RIIB quitte sa position 7 et le moment où l'autre enregistreur RIIB ou RHA est pris par un des appels en instance. Autrement dit on suppose que les appels en instance s'enregistrent l'un après l'autre à intervalles réguliers de $7''2$.

Nous appelons $V_1, V_2, V_3, V_4, \dots$ tout appel de la 1^{re}, 2^e, 3^e ou 4^e... vague.

	Début de la vague	Fin de la vague	Appels sur chaque table immédiatement après l'arrivée de la vague		
			Appels en cours de manipulation	Appels en instance	Appels expédiés
1 ^{re} vague...	$0''$	$6'' + \varepsilon$	0	V_1	0
2 ^e — ...	$1''8$	$1''8 + \varepsilon$	V_1	V_2	0
3 ^e — ...	$1''8 + 1''8 = 3''6$	$3''6 + \varepsilon$	V_1	$V_2 + V_3$	0
4 ^e — ...	$3''6 + 7''2 = 10''8$	$10''8 + \varepsilon$	V_2 ou V_3	V_3 ou $V_2 + V_4$	V_1

Le tableau montre bien qu'il peut se faire qu'un appel V_2 de la deuxième vague ne soit enregistré qu'après un appel de la troisième ou quatrième vague, etc. Mais la probabilité d'un tel événement décroît évidemment très vite.

Les petites injustices de ce genre se multiplient un peu si les différentes opératrices n'expédient pas leurs appels avec la même vivacité.

Mais il faut bien remarquer qu'une vague dans le trafic ne s'éternise pas. Elle ne tarde pas à être compensée par un creux du trafic qui permettra aux opératrices, toutes à peu près également chargées, d'écouler rapidement la vague accumulée. Et par conséquent l'attente imposée à certains abonnés par le hasard ainsi corrigé se traduit pour tous par un gain moyen sur le temps d'attente.

Une analyse analogue pour le mode de distribution Milon conduirait à des résultats du même ordre. Cependant l'accumulation sur les tables dépasse rapidement celle du système Western au moment des fortes surcharges puisque la cadence d'admission des appels n'est jamais supérieure à 4"5, bien inférieure à 7"2 : au moment des fortes surcharges, on admet donc en instance les appels plus vite qu'on ne les expédie. On réalise ainsi au total un gain de temps plus notable qu'avec le dispositif Western, puisque l'on fait stationner moins d'appels sur les bancs des chercheurs secondaires. Mais on risque peut-être davantage d'énervier et décourager les opératrices qui voient leur table s'encombrer de plus en plus de signaux d'appels. Par contre la répartition est certainement plus uniforme entre les tables. D'autre part, on fait tourner un grand nombre de combineurs R_3 en permanence ; on dépense donc un courant important et on accélère l'usure et le dérèglement de ces combineurs R_3 .

Fonctionnement électrique de la distribution.

Comme nous l'avons vu, chaque table est pourvue d'un dispositif qui doit convenablement l'isoler des appels entrants ou en souffrance.

Il s'agit d'abord d'empêcher les appels en question d'être pris par les cordons encore libres de la position, et pour cela de rendre les relais GLR de ces cordons incapables de s'exciter. Le dispositif distributeur devra donc couper à la fois tous les cordons de la table entre les relais GR et les relais GLR. Ce sera le rôle des contacts N des combineurs RH₁.

D'autre part on risque d'alimenter et d'échauffer inutilement les relais de test GT₁R et GT₂R des chercheurs secondaires pendant qu'ils sont stationnés devant des bayonnettes sur lesquelles peuvent entre temps se présenter des appels. C'est pourquoi le dispositif distributeur devra également couper tous les circuits de test des cordons de la position. Ce sera le rôle des contacts E des combineurs RH.

On pourrait faire commander tous les contacts N et E ainsi que les contacts destinés à différer plus ou moins les instants où la table s'ouvre aux appels, par un seul et même combineur. Mais il faudrait pour cela un combineur ayant beaucoup plus de 18 cames. Il revient au même d'utiliser les types standards de combineurs, en les asservissant les uns aux autres de façon qu'ils ouvrent et ferment synchroniquement tous les contacts N et E ; et on en mettra le nombre voulu selon le nombre de contacts nécessaire.

C'est pourquoi la distribution des appels comporte 3 combineurs par position : RH₁ asservi à RH₁, lui-même asservi à RII.

Le combineur RH₁ commande tous les contacts N (un contact N par groupe de co-chercheurs secondaires). Chaque contact N est d'ailleurs commun aux cordons de la table qui proviennent du même groupe de co-chercheurs secondaires (3 cordons à Marseille dans la distribution Milon). Chaque contact N coupe ou rétablit donc à la fois les fils de ces (3) cordons.

Le combineur RII porte d'une part tous les contacts nécessaires pour différer plus ou moins les délais d'accessibilité de la position ; il porte aussi un certain nombre de contacts E.

Quant au combineur RII, il porte tous les autres contacts E. Il y a un contact E par cordon (21 à Marseille).

Chaque position d'opératrice est également pourvue de trois

relais : BP_1R , BP_2R , BP_3R . Le rôle du dernier de ces relais est tout à fait spécial : il a pour but de supprimer momentanément l'entr'aide générale aussi bien que l'entr'aide limitée des tables mitoyennes, lorsque l'opératrice veut répondre à un abonné qu'elle a déjà desservi, mais dont la communication n'a pas abouti normalement et qui attire son attention en faisant fluctuer sa lampe de supervision. L'opératrice dispose à cet effet de clefs qui lui permettent de réadmettre en manipulation cet appel à l'exclusion de toutes les autres tables, d'où l'intérêt de ce relais BP_3R . Quant aux deux autres relais, ils sont réglés de telle sorte qu'un seul d'entre eux BP_2R s'excite lorsqu'un seul combineur R_3 de cordon tourne sur la position à la recherche d'un enregistreur. Le relais BP_1R ne s'excite à son tour que lorsqu'un second combineur R_3 tourne sur cette table.

Quand une position d'opératrice n'est pas desservie, c'est-à-dire lorsque la fiche du poste téléphonique d'opératrice est retirée du jack TJ (fiche « out »), une terre est mise en permanence sur le contact supérieur « out » du schéma. Il en résulte que la position stable de RH est alors la position 12. Par suite la position stable de RH_1 est indifféremment la position 6 ou la position 15 ; et par conséquent la position stable de RH_2 est aussi la position 6 ou 15. Tous les contacts N et E sont donc ouverts, et tous les cordons de la table sont pour ainsi dire retirés du service.

Quand l'opératrice enfonce sa fiche dans le jack (fiche « in »), la terre est supprimée sur le contact supérieur et reportée en permanence sur le contact inférieur « in » du schéma. Cette fois on voit que les positions stables de RH , RH_1 et RH_2 sont respectivement les positions 1 ; 1 ou 10 ; et 1 ou 10. Tous les contacts N et E sont donc alors normalement fermés, et tous les cordons de la table sont normalement accessibles aux appels.

Schéma Western (*figure 1 de la planche hors texte*).

A) Supposons donc la fiche d'opératrice enfoncée dans le jack TJ, et considérons le premier appel qui arrive ; les relais

GLR et GT_2R se trouvent excités comme on sait, et ceci met une terre sur le combineur R_2 qui démarre ; cette terre est fournie en même temps au relais FOR qui s'excite.

L'excitation de FOR chasse à la fois RH et RH_1 de leur position stable, et par conséquent aussi RH_2 . Tous les contacts N et E s'ouvrent et la position d'opératrice s'isole pour tout nouvel appel. Combien de temps va durer cet isolement ? C'est ce que nous allons voir :

RH chassé de 1 se rend en 4. Quand il y arrive, il y stationne un certain temps, car l'interrupteur tournant CTF tourne à la vitesse de un tour toutes les $1''3$, et ne présente qu'une faible plage conductrice, de sorte que le relais HTR (à action retardée pour que son armature assure un contact suffisamment prolongé) peut n'être excité que $1''3$ après l'arrivée de RH en 4. Une fois ce relais excité, son armature chasse RH de 4 en 5.

Comme nous supposons pour l'instant qu'un seul appel est en instance sur la table, et comme cet appel a eu le temps de progresser jusqu'à la position caractéristique 4-4 (R_1 en position 4 ; R_2 en position 4), il en résulte que le combineur R_3 de ce cordon s'est mis à tourner, BP_2R s'est bien excité, mais BP_1R est resté au repos. Donc RH arrivé en 5 n'y stationne pas et se trouve envoyé en 8.

Plusieurs cas peuvent alors se présenter :

a) ou bien, et c'est le cas le plus fréquent, l'appel a eu le temps de trouver par R_3 un enregistreur qui l'a pris, et alors R_3 s'est arrêté et en même temps BP_2R a relâché son armature. Dans ces conditions RH ne peut stationner en 8, ni en 9, ni en 10, ni en 11, ni même en 12, trouvant chaque fois une terre par l'un ou l'autre de ses ressorts. Il revient donc au repos à sa position stable 1. Toutes ces opérations font que la position d'opératrice a été maintenue isolée pendant une durée moyenne de $1''8$.

b) Ou bien l'appel ne trouvant pas d'enregistreur reste en instance sur la table, et alors RH stationne en 8 un certain temps, attendant soit que l'appel ait trouvé un enregistreur, soit que l'interrupteur tournant CTF ait eu le temps d'actionner le relais

HTR ; dès que l'une ou l'autre de ces deux circonstances se présente, le combineur RH est chassé de 8. Quand il arrive en 9, le relais HTR est déjà désexcité ; RH stationne donc encore en 9 dans le cas où l'appel n'a pas encore trouvé d'enregistreur, et il y attend soit que l'appel ait trouvé un enregistreur, soit que l'interrupteur CTF ait eu le temps d'actionner de nouveau le relais HTR. Dès que l'une ou l'autre de ces circonstances se présente, le combineur RH est chassé de 9, et de là rentre au repos comme au § a).

Ainsi dans le cas extrême où l'appel reste jusqu'au bout sans trouver d'enregistreur, il y a en tout 3 stationnements de RII, et la table reste isolée environ 4"5.

En résumé, dès qu'une table admet un appel en instance, *elle s'isole pendant une durée moyenne d'au moins 1"8 et au plus 4"5, selon que cet appel est plus ou moins vite enregistré.*

B) Lorsque la table redevient accessible, il peut donc se faire que l'appel précédent soit ou non enregistré. Donc s'il se présente un nouvel appel, divers cas sont possibles :

a) *Ou bien* la table a un appel déjà enregistré en cours de manipulation, et alors un seul combineur R_1 tourne, et BP_1R est seul excité. On se trouve dans les mêmes conditions qu'au § A), et la table s'isole de nouveau pour une durée minimum de 1"8 et maximum de 4"5.

Ou bien la table a déjà un appel en instance et non encore enregistré, et alors 2 combineurs R_1 tournent à la fois, et le relais BP_1R s'excite à son tour ; au même instant le combineur RH est chassé de la position 1 et par conséquent la table s'isole. Comme précédemment le combineur RH stationne à sa position 4 pendant un temps qui peut atteindre 1"3, puis se rend en position 5. Plusieurs cas sont alors possibles :

b) Si aucun des deux appels en instance n'a été enregistré dans l'intervalle et si cette situation persiste un instant, il faut attendre que l'interrupteur CTF excite le relais HTR pour chasser RH de 5 ; quand RII arrive alors en 6, HTR est déjà désexcité ; RII stationne donc en 6 et attend un nouveau tour de CTF qui réexcite HTR et envoie RII de 6 en 7. Aussitôt arrivé en 7,

RH se rend de lui-même en 8. Et si les deux appels n'ont toujours pas trouvé d'enregistreur et que cette situation persiste, il se produit comme précédemment deux stationnements successifs de RH en positions 8 et 9 avant que RH ne soit renvoyé au repos. Dans ces conditions il y a en tout 5 stationnements de RH, ce qui maintient la table isolée pendant environ 7"2.

c) Si l'un des appels en instance a été enregistré avant l'arrivée de RH en 5, BP₁R ayant relâché son armature, le combineur RH ne stationne pas en 5, mais stationne en 8. La durée d'isolement de la table est donc réduite à 4"5 puisqu'il n'y a que 3 stationnements de RH en tout.

d) Si le second appel en instance se trouve également enregistré avant l'arrivée de RH en 8, il n'y a pas stationnement de RH en cette position et la durée d'isolement se trouve réduite à 1"8 ou 4"5 selon que le premier appel a été enregistré ou non avant l'arrivée de RH en 5.

e) Les cas intermédiaires sont évidemment possibles si l'un des appels est enregistré pendant la durée de stationnement de RH dans la position convenable, car ce stationnement se trouve aussitôt interrompu.

En résumé, quand un second appel arrive sur une table, cette table s'isole pour une durée minimum de 1"8 et maximum de 7"2 selon que les deux appels en instance sont plus ou moins vite enregistrés.

Il en est évidemment de même s'il y a plus de deux appels en instance à la fois sur une table. *A l'arrivée du dernier appel la table s'isole pour une durée minimum de 1"8 et maximum de 7"2. Toutefois l'isolement ne dure moins de 7"2 et plus de 4"5 que si tous les appels sauf un se sont enregistrés dans les premières 4"5. Il ne dure moins de 1"5 que si tous les appels se sont enregistrés dans cet intervalle de temps.*

Schéma Western conforme au principe Milon

(figure 2 de la planche hors texte)

La distribution comporte ici un combineur distributeur supplémentaire pour l'ensemble de toutes les tables, le combineur RB₂.

qui intervient au moment voulu pour rendre à la fois toutes les tables accessibles aux appels.

Quant aux combineurs RH_1 , RH_2 et RH de chaque table ils sont asservis les uns aux autres comme nous l'avons vu ; mais le combineur directeur RH a un rôle plus simple que dans la distribution Western proprement dite : il isole la table dès qu'elle a reçu un appel pour une durée minimum de 3''6, parce que le combineur RH a trois stationnements obligatoires aux positions 3, 4 et 5.

D'autre part RH ne stationne pas en 6 et la table redevient accessible si l'appel en instance est unique et qu'il trouve à s'enregistrer avant la fin des 3''6. Sinon le combineur RH stationne en 6 et la table reste isolée tant que l'appel unique en instance n'est pas enregistré et par suite le relais BP_1R désexcité.

Si cette situation se prolonge assez longtemps pour que toutes les tables se soient garnies d'un appel en instance et qu'aucun d'entre eux n'ait eu le temps de s'enregistrer, les relais GR de tous les groupes de chercheurs secondaires reviennent au repos. Si donc il reste des appels en souffrance ou s'il se présente de nouveaux appels, le relais retardé DGR du groupe correspondant s'excite et va provoquer le fonctionnement du combineur général RB comme nous allons le voir. Cependant l'inertie du relais DGR est telle qu'il n'y a pas mise en train de RB pendant le court moment nécessaire à l'armature du relais GR pour quitter sa position de repos lorsqu'une table redevient accessible entre temps ou lorsqu'un appel se présente sur un groupe de co-chercheurs, jusque là inoccupé, mais accessible, et dont le relais GR est par conséquent au repos.

Le combineur général RB a trois positions normales 1, 7 et 13 ; c'est-à-dire qu'il se trouve indifféremment dans l'une ou l'autre de ces trois positions tant qu'il ne lui est pas fait appel pour « déverrouiller » simultanément toutes les positions. Supposons par exemple que RB soit en position 1 lorsque l'un au moins des relais DGR s'excite.

L'excitation d'un relais DGR actionne et bloque le relais général DER pour toute la durée de fonctionnement de DGR ,

c'est-à-dire jusqu'au moment du déverrouillage général de toutes les tables.

Le blocage du relais DER a pour effets :

1° D'exciter et de maintenir excités les relais DAR, DA₁R... Chacun de ces relais va permettre de déverrouiller deux tables à cause de ses deux armatures ;

2° D'exciter et de maintenir excité le relais INR. Celui-ci permet à l'interrupteur tournant CTF de faire battre périodiquement l'armature du relais ITR, dont les battements extrêmement brefs ont juste le temps chaque fois d'enclencher le « mécanisme de soupape » constitué par les relais ADR et ASR et le combineur RB.

Le relais ADR est à deux enroulements différentiels. L'impulsion de terre appliquée à la sortie commune des deux enroulements a pour résultat, sans exciter ADR, d'actionner ASR et RB. Le relais ASR se bloque et assure à la soupape une terre de remplacement qui prolonge la fugitive impulsion de terre de l'enclenchement. Dans ces conditions et grâce à cette terre permanente, le combineur RB démarre avec sécurité jusqu'à ce que son ressort directeur A vienne lui-même lui fournir la terre qui le conduira avec certitude à la position 2. Mais au moment précis où le ressort A fournit une terre au combineur RB il la fournit également au point commun des relais ASR et ADR. Il en résulte que l'excitation du relais ASR se trouve confirmée, et la terre de remplacement maintenue ; mais alors l'enroulement de 29 ohms du relais différentiel est court-circuité entre deux terres, et par suite le relais différentiel s'excite et va rester excité tant que ASR le sera, c'est-à-dire tant que le combineur RB n'aura pas atteint sa position 2. Au moment où RB atteint enfin cette position, tout le mécanisme de soupape rentre au repos et se trouve prêt à recommencer, s'il y a lieu, le même cycle d'opérations au battement suivant du relais ITR. Dans tous les cas le combineur RB arrive en position 2 environ 1"2 après l'excitation des relais DAR.

Or l'excitation du relais DA₁R par exemple a pour effet de chasser RII de 6 en 1 et de déverrouiller la position, si celle-ci

n'a qu'un appel en instance comme nous le supposons, parce qu'alors le relais BP_1R est au repos et que l'armature de DA_1R peut dans ces conditions fournir une terre à RH . Ainsi toutes les positions sont rendues accessibles et tous les relais DGR relâchent, débloquent le relais distributeur général DER .

Mais pendant le temps de $1''2$ qui s'écoule avant que le combineur général RB soit arrivé en 2, un appel en souffrance a eu le temps d'être pris en instance par chaque table qui s'est isolée à nouveau pour $3''6$. Deux cas sont donc possibles :

a) Si les appels en souffrance se trouvent tous pris en instance par les tables, tous les relais DGR seront au repos quand RB arrivera en 2, et de même le relais général DER ; par conséquent le combineur RB trouvera une terre qui le chassera aussitôt de 2 pour le ramener à sa position normale suivante de repos 7.

b) Mais s'il y a un tel afflux d'appels que toutes les tables parviennent à avoir 2 appels en instance, et qu'il reste encore des appels en souffrance, un ou plusieurs relais DGR seront réexcités avant que RB n'ait eu le temps de parvenir en 2. Dans ces conditions le second battement du relais ITR chassera RB de 2 en 3, le troisième et le quatrième battements le chasseront successivement de 3 en 4, puis en 7, en le forçant chaque fois à un stationnement.

Or, puisqu'à l'arrivée de RB en 2 il y avait 2 appels en instance sur chaque table, et si l'on suppose que cette situation persiste, le fonctionnement des relais DAR n'a eu aucun effet sur le déverrouillage des positions, car cette fois les deux relais BP_1R et BP_2R sont excités.

Mais lorsque RB finalement chassé de 4 se rend en 7, il ferme durant son passage aux positions $5 + 6$ son contact D , et c'est alors que toutes les tables se trouvent déverrouillées à la fois par l'intermédiaire de ce contact et des armatures des relais DAR .

Ainsi dès que toutes les tables possèdent à la fois deux appels en instance, elles s'isolent toutes pour $3''6$ au minimum, et si cette situation persiste assez longtemps pour que les quatre stationnements de RP aient eu le temps de se produire, elles se

retrouvent toutes déverrouillées simultanément, soit environ 4''5 après leur précédent déverrouillage.

Il est clair que si l'afflux des appels est tel que les tables, après s'être garnies toutes d'un troisième appel en instance, restent dans cette situation, le mécanisme distributeur déverrouillera l'ensemble des positions au bout d'un nouveau délai de 4''5, et ainsi de suite.

LES NAVIRES CABLIERS

de l'administration française des Postes et Télégraphes.

Par M. MARINI,
Rédacteur des Postes et Télégraphes.

L'Administration possède deux navires câbliers pour l'entretien de son réseau sous-marin : l'*Émile-Baudot* et la *Charente*.

L'*Émile-Baudot*, construit à Newcastle de novembre 1916 à septembre 1917, a pris armement en octobre 1917.

C'est un navire en acier à 2 hélices. Sa longueur totale est de 71 mètres, sa longueur entre perpendiculaires de 65 mètres 53, sa largeur sur membres de 9 m. 75, son creux de 6 m. 70, son tirant d'eau maximum de 4 m. 895.

Son déplacement en charge sur franc bord est de 2187 Tx, son tonnage en lourd de 1049 Tx.

La quille est plate, la coque est munie de 2 quilles à roulis.

La vitesse normale est de 10 nœuds.

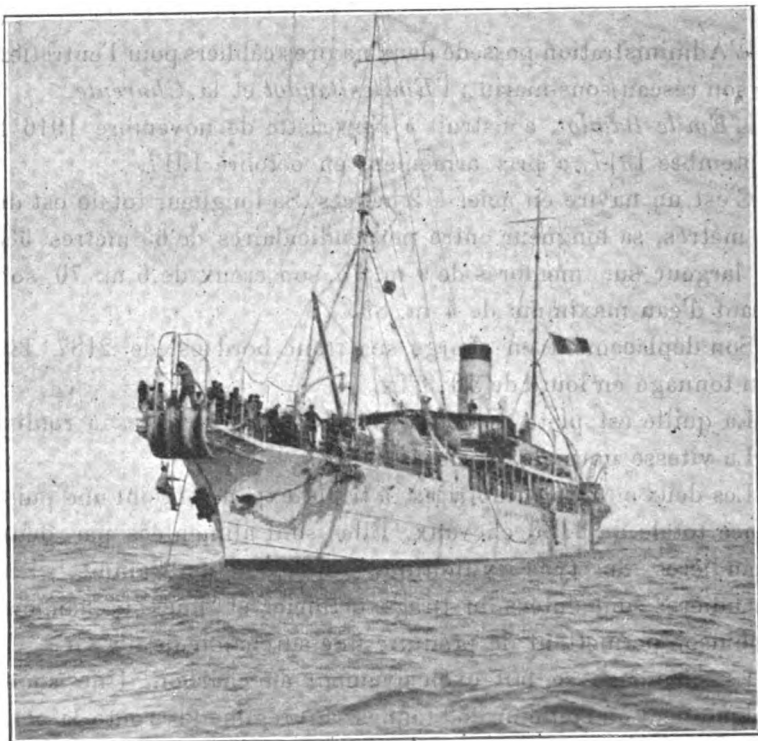
Les deux machines motrices, à triple expansion, ont une puissance totale de 1150 chevaux. Elles sont alimentées par deux chaudières du type cylindrique à retour de flamme. Les chaudières sont dotées du tirage artificiel et d'un surchauffeur Robinson permettant de produire une surchauffe de 55° C.

Le chauffage se fait exclusivement au charbon. Une soute unique peut en contenir 250 tonnes. En régime de route la consommation journalière est de 17 tonnes.

Quatre water-ballasts formant double-fond, d'un volume total de 269 m³, et deux compartiments appelés peaks, l'un à l'avant (24 m³), l'autre à l'arrière (27 m³), permettent d'assurer à tout moment l'assiette du navire. L'un des ballasts contient l'eau douce de réserve pour les machines (31 T.). En outre, deux caisses contiennent l'eau douce pour les besoins ordinaires du bord (22 T.).

Transversalement, le navire est divisé par 6 cloisons étanches en 7 tranches indépendantes.

Trois caractéristiques suffisent à définir la forme extérieure de l'*Émile-Baudot*. C'est un navire à awning-deck ou pont-abri ; il présente un château central important et un rouf arrière plus petit ; son avant est à guibre, c'est-à-dire que la proue est en saillie sur l'étrave.



L'Émile-Baudot.

Rappelons que dans les navires à awning-deck le pont court sur un même plan de l'extrême avant à l'extrême-arrière, et que la coque s'arrête à la hauteur de ce plan, un simple garde-corps formant défense.

Cette disposition est très favorable aux travaux de câbles, qui se déroulent sur ce pont partout dégagé.

Au-dessous du pont-abri est le pont principal. Pour porter au maximum les avantages du pont-abri, le constructeur a placé sur le pont principal le guindeau, pour la manœuvre des ancres, et les machines de relèvement.

Au-dessus du pont-abri, sur toute la longueur du château central, le pont dit des embarcations supporte les embarcations sur leurs chantiers, un rouf avant (timonerie, chambre de veille et appartements du commandant) et un rouf arrière (local de la T.S.F.). Sur l'avant de la timonerie est la passerelle.

Nous n'entrerons pas dans le détail des emménagements. Disons seulement que les officiers sont logés au milieu du navire, la maistrance dans le rouf arrière du pont-abri, l'équipage dans 4 postes à l'arrière du pont principal. Il n'y a aucun logement à l'avant du navire.

Les cabines sont confortables. Les postes de l'équipage sont à couchettes. Le chauffage central est installé partout.

Une machine frigorifique du type Hall à acide carbonique assure la conservation des vivres dans deux chambres froides.

L'éclairage est fourni par 2 dynamos de 12 KW (110 V 110 A), fonctionnant en carter, c'est-à-dire à graissage sous pression. En service courant, une seule dynamo suffit pour les besoins du bord.

Un projecteur à miroir parabolique de 405 mm. de diamètre placé à la partie supérieure du rouf avant du pont des embarcations facilite les manœuvres de nuit, notamment l'accostage des bouées.

Le navire est pourvu d'une installation de T.S.F. mod. C.G.R. comprenant un poste principal de 2 KW 5 et un poste de secours. Des accumulateurs fournissent l'énergie au poste de secours.

Le gouvernail est mû par un servo-moteur du type Brown. Le moteur est directement attelé sur la barre et la commande se fait de la passerelle par un télé-moteur comprenant un transmetteur, un récepteur et une canalisation d'eau glycéinée. La glycérine a pour but d'empêcher la congélation.

Voici maintenant les caractéristiques du navire au point de vue des travaux de câbles.

Trois cuves reçoivent le câble : les deux premières sur l'avant, la troisième sur l'arrière du château. Le diamètre de ces cuves est respectivement de 5 m. 20, 7 m. et 7 m., leur hauteur de 3 m. 20, 3 m. 60, 4 m. 10, le diamètre de base du « cone » édifié au centre de 1 m. 52 uniformément, et leur volume utile de 51 mc, 94 mc, 113 mc environ.

Pour fixer les idées, les cuves chargées de câble de grand fond du type courant sur les câbles franco-algériens (une armature de 15 ou 16 fils de 2 mm. 5), il y aurait à bord :

en cuve avant : 62 milles nautiques de câble ;

en cuve centrale : 113 —

en cuve arrière : 135 —

soit une longueur totale de 310 milles nautiques de câble pesant 540 tonnes.

Pratiquement, le navire ayant son plein de charbon et d'eau douce et tout son matériel à bord, le chargement en câble, d'après le devis d'armement établi par le constructeur, ne pourrait pas dépasser 460 tonnes (soit 264 milles nautiques du type précédent).

A l'avant du navire, une grande cale est aménagée pour recevoir les bouées de grands fonds et le matériel spécial : chaînes, grappins, crapauds, etc...

Les filins de drague et de bouée sont logés dans 4 puits, symétriques par rapport à l'axe longitudinal du navire, deux sur l'avant, deux sur l'arrière de la cale avant.

La machinerie spéciale comprend deux machines dites de relèvement identiques et indépendantes, du type Telegraph Construction and Maintenance Co. Le moteur, d'une puissance de 140 chevaux, est à 3 cylindres indépendants. Il actionne un tambour de 1 m. 73 de diamètre. Tournant à la vitesse maximum de 250 tours à la minute il peut imprimer au tambour, grâce à des trains d'engrenages spéciaux,

soit une vitesse de $3/4$ de nœud sous une tension de 27 T. environ,

soit une vitesse de 3 nœuds sous une tension de 6 T. 5 environ.

Le tambour peut être débrayé, et la machine fonctionner comme machine de pose.

La vitesse de déroulement du tambour est alors réglée au moyen de deux freins métalliques agissant sur deux autres tambours de plus petit diamètre calés sur l'arbre du tambour du câble. Ces freins sont constitués par des lames de tôle à l'intérieur desquelles une circulation d'eau intense est entretenue par une pompe à vapeur.

Un deuxième frein appelé frein de blocage est un simple frein à sabots.

A l'arrière du tambour, le câble ou le filin est tendu par une roue d'appel à gorge et à poulie jockey dont la vitesse de rotation est en avance de 2 0/0 sur celle du tambour.

On accède aux tambours par un grand panneau pratiqué dans le pont-abri. Tous les organes de commande, y compris ceux des freins, sont placés sur le pont-abri où se tient le mécanicien de quart.

A l'avant du navire, le câble ou le filin prend point d'appui sur l'une des trois grosses roues munies de joues assemblées parallèlement à l'extrémité de la guibre. De là, deux poulies montées sur bâtis le guident jusqu'au tambour.

Ce dispositif se répète à bâbord et à tribord.

Le dynamomètre est du type à amortisseur à air. La roue est solidaire de la tige du piston de l'amortisseur. Deux puissants ressorts placés à la partie inférieure supportent les chocs dus aux chutes de tension trop brusques.

On fait varier la sensibilité de l'appareil en chargeant la roue par des pièces de fonte circulaires qui s'adaptent sur son axe même. On obtient ainsi pour servir suivant les profondeurs, 3 échelles de tension différentes.

L'*Émile-Baudot* n'a pas de machines de pose spéciale. Nous avons vu que les machines de relèvement sont disposées pour y suppléer.

Les poses effectuées au cours des réparations de câbles se font toujours par l'avant. Mais on pourrait aussi poser par l'arrière, notamment s'il s'agissait d'immerger un nouveau câble. Dans ce

cas, le câble, sortant du dynamomètre, serait guidé par un système de poulies volantes jusqu'à une grosse roue à joues évasées installée à l'arrière du navire.

Dans la partie avant du château central, sur le pont-abri, est la salle d'essais, spacieuse, bien éclairée, et parfaitement située pour suivre les travaux.



Salle d'essais du câblé *Émile-Baudot*.

Sa description détaillée sortirait de notre cadre.

Les câbles venant des cuves ou de la mer sont amenés à un commutateur de distribution et dirigés, soit sur les appareils de télégraphie (Recorder à siphon, Miroir, Morse), soit sur les appareils de mesures.

Deux installations, l'une pour les mesures d'isolement et de capacité, l'autre pour les mesures de la résistance du cuivre, sont toujours prêtes à fonctionner pour les essais courants. Le galvanomètre, le shunt universel, la pile sont communs aux deux installations et peuvent être employés avec l'une ou l'autre par le jeu de commutateurs du type bi-polaire à deux directions et à haut isolement.

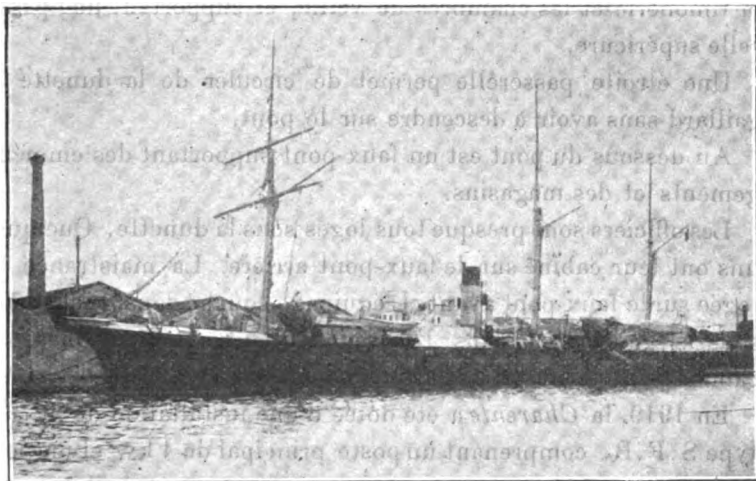
Chaque cuve est reliée par le téléphone à la salle d'essais.

Un sondeur Lucas, pour les sondages par grands fonds, avec moteur de relevage à vapeur du type Brotherood, est placé à l'avant du navire.

Six embarcations servent tant pour les besoins ordinaires de la navigation que pour les travaux de câbles : 3 canots de sauvetage dont un à moteur, 2 youyoues et une forte chaloupe.

Ainsi équipé l'*Émile-Baudot* est parfaitement outillé pour les travaux par des fonds ne dépassant pas 3.000 mètres. Les qualités de son outillage ressortiront mieux quand nous aurons donné les caractéristiques de la *Charente*.

La *Charente*, achetée par l'État en 1862 pour le service des transports du corps expéditionnaire du Mexique fut vers 1873, transformée en câblier.



La Charente.

C'est un navire en fer à une hélice. Sa longueur totale est de 67 m. 70, sa largeur sur membrures de 9 m. 50, son creux de 5 m. 55, son tirant d'eau moyen de 4 m. 50.

Son déplacement en charge est de 1619 tonnes, son tonnage en lourd de 716 T.

La vitesse normale est de 10 nœuds.

La machine motrice, à double expansion, a une puissance de

800 chevaux. Elle est alimentée par deux chaudières du type cylindrique à retour de flamme et à tirage naturel.

L'approvisionnement en charbon est de 130 tonnes en une seule soute. La consommation journalière moyenne en régime de route est de 17 tonnes.

Cinq cloisons étanches divisent le navire en six tranches indépendantes. Il n'y a pas de water-ballasts. L'approvisionnement en eau douce est de 18 tonnes.

La *Charente* n'a qu'un pont avec un gaillard à l'avant et une dunette à l'arrière. Entre la dunette et le gaillard, le pont est défendu contre la mer par un « pavois » ou défense en tôle. L'avant est à guibre.

Au centre est la passerelle avec un rouf central comprenant la timonerie et les chambres de veille, et supportant une passerelle supérieure.

Une étroite passerelle permet de circuler de la dunette au gaillard sans avoir à descendre sur le pont.

Au dessous du pont est un faux-pont supportant des emménagements et des magasins.

Les officiers sont presque tous logés sous la dunette. Quelques-uns ont leur cabine sur le faux-pont arrière. La maistrance est logée sur le faux-pont avant. L'équipage couche dans des hamacs, sous le gaillard et dans l'entrepont. Sauf quelques-unes, les cabines sont petites et peu confortables.

En 1919, la *Charente* a été dotée d'une installation de T.S.F. type S.F.R. comprenant un poste principal de 1 kw et un poste de secours. L'énergie est fournie au poste principal par une dynamo de 2 KW, au poste de secours par des accumulateurs.

Le navire est encore éclairé au pétrole et à la bougie.

Le gouvernail est mû au moyen de drosses commandées par un servo-moteur d'un type courant placé dans la timonerie.

Comme l'*Emile-Baudot*, la *Charente* possède trois cuves à câbles. Le diamètre de ces cuves est respectivement de 6 m. 15, 7 m. 50 et 6 m. 96.

Elles pourraient contenir 264 milles nautiques de câble de grand fond du type franco-algérien pesant 460 tonnes.

Pratiquement, pour rester dans des conditions de navigabilité normales, on ne peut embarquer que 340 tonnes de câble, soit 195 milles nautiques.

La *Charente* n'a pas de cale pouvant recevoir de grosses bouées. Au temps où le navire travaillait par grands fonds, 4 bouées du type cylindro-conique pour fonds de 3000 mètres étaient suspendues en dehors du navire à des bossoirs spéciaux. Chacune de ces bouées pesant environ 1.500 kg., on conçoit que, malgré les précautions prises pour les assujettir solidement, elles constituaient une gêne et même un danger permanent pour la navigation.

Le reste du matériel spécial est logé à l'étroit dans les cales, ou sur le pont ; les filins, dans deux puits situés sur l'avant de la cuve arrière et dans le « cone » de la cuve centrale.

Une seule machine de relèvement, de 80 chevaux, est installée sur le pont à l'avant de la passerelle. Cette machine comprend 2 tambours dont le diamètre est respectivement de 1 m. 60 et 1 m. 90.

Ces tambours peuvent être à volonté embrayés ou débrayés.

La vitesse de déroulement de chaque tambour débrayé est réglée par un frein à sabots, et la machine fonctionne alors comme machine de pose. Mais la pose s'effectue toujours par le grand tambour (côté tribord) d'où le câble se rend à l'unique dynamomètre.

Dans les réparations de câble, il est souvent nécessaire de poser en même temps qu'on rentre à bord une section de vieux câble à supprimer du circuit. Cette manœuvre peut être exécutée, soit les deux tambours embrayés, soit le grand tambour libre et le petit embrayé. Dans le premier cas, les tambours ayant des diamètres différents, il est évident que la vitesse de pose est supérieure à la vitesse de relevage. Cet inconvénient disparaît dans le second cas parce que le débit du câble posé peut être réglé au frein.

Ici apparaît la supériorité de l'outillage de l'*Emile-Baudot*, dont les deux machines indépendantes et les tambours égaux, se prêtent à toutes les manœuvres avec une très grande souplesse.

D'une des trois grosses roues à joues évasées placées à l'avant, le câble est guidé jusqu'aux tambours par des poulies montées sur bâtis. Ce système de guidage n'est complet que pour le côté tribord, où se trouve le dynamomètre.

Le dynamomètre est simple : la roue à gorge que le câble tend à soulever et le piston d'un amortisseur hydraulique sont suspendus aux deux extrémités d'une chaîne pouvant osciller autour d'une poulie fixée à la partie supérieure du bâtis. On fait varier la sensibilité en chargeant plus ou moins l'un ou l'autre des deux attelages et on obtient 4 échelles de tension différente. Cet appareil est sensible et robuste, mais encombrant.

La *Charente* est munie d'une installation complète pour poser par l'arrière.

La machine de pose, d'une puissance de 60 chevaux, est fixée sur le pont à l'avant de la dunette.

On règle le déroulement du tambour débrayé par un frein hydraulique : une pompe alternative à 3 cylindres peut être rendue dépendante de l'arbre du tambour et l'on peut faire varier le travail de cette pompe en agissant sur la pression de refoulement au moyen d'une vanne.

Le câble venant de la cuve arrive au tambour tendu grâce à une table de retenue (holding back) : 5 pièces de fonte à section horizontale semi-circulaire sont disposées de part et d'autre du câble de façon à former le sommet d'une ligne brisée. 3 de ces pièces sont fixes et dans les vides laissés entre elles les 2 autres pièces, mobiles, peuvent en s'avancant, imprimer au câble des déformations. Ces déformations retardent la course du câble.

Du tambour à la poupe, nous rencontrons les mêmes organes accessoires qu'à l'avant du navire : un dynamomètre, entre deux poulies-guides et à l'extrême arrière, en saillie sur la poupe, une grosse roue à joues évasées.

Le dynamomètre est amortisseur à liquide visqueux (huile ou glycérine). La roue est fixée sur la tige du piston de l'amortisseur.

Nous ne ferons que mentionner la salle d'essais, située sous la passerelle. Elle est exigüe et se prête mal à une installation convenable.

Un sondeur Lucas, pour sondages par grands fonds, avec un moteur de relevage à vapeur, est installé à l'arrière.

Il y a six embarcations : un canot à vapeur, une baleinière, un grand canot, une forte chaloupe, un youyou et une embarcation à fond plat (« plate »).

Telle est la *Charente*. On sut en somme tirer le meilleur parti possible d'un navire nullement construit pour le nouveau genre de travaux auxquels on le destinait, et le doter d'un outillage très suffisant. Bien que le câblier se ressente de son origine, il n'en a pas moins rendu les plus grands services, notamment en Méditerranée. Actuellement, malgré son âge et grâce à un parfait entretien, il est encore employé à des travaux par petits fonds.

L'Administration allemande fait d'importants travaux de câbles téléphoniques à grande distance en Rhénanie.

Dans les pays rhénans, la construction de câbles téléphoniques à grande distance par l'Administration allemande des Postes et Télégraphes se poursuit activement.

Pendant l'année courante, deux sections ont été complètement terminées ; ce sont :

1^o la section Welmerskirchen-Cologne du câble Dortmund-Cologne, dont les 145 paires de conducteurs se répartissent ainsi :

- 14 paires de 3 mm.,
- 14 paires de 2 mm.,
- 28 paires de 1 mm. 4,
- 82 paires de 0 mm. 9,
- 7 paires de 0 mm. 9 ;

le prix du matériel employé s'élève à 16.240.000 marks, et celui de la main-d'œuvre à 1.608.500 marks, soit un total de 17.848.500 marks ;

2^o la section Düsseldorf-Mülheim du câble Dortmund-Essen-Düsseldorf, qui comprend 174 paires, dont

- 42 paires de 1 mm. 4,
- et 132 paires de 0 mm. 9 ;

la dépense en matériel s'élève à 10.846.000 marks, et la dépense en main-d'œuvre à 1.030.000 marks, soit un total de 11.876.000 marks.

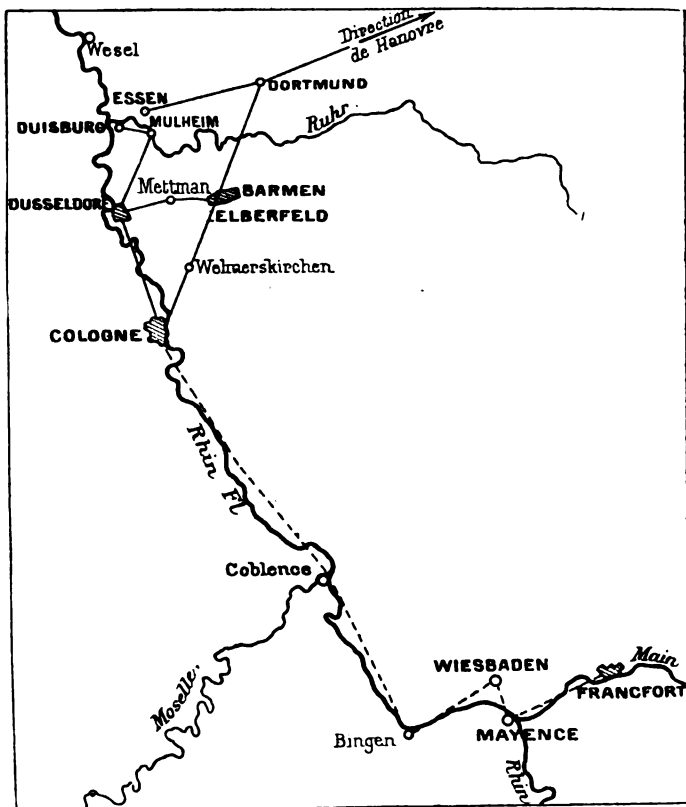
Ces deux câbles viennent se raccorder, à Dortmund, au câble Dortmund-Hanovre-Berlin.

En outre, pendant cette même année, on a travaillé à la construction de trois autres câbles téléphoniques à grande distance :

1^o la section Düsseldorf-Mettman du câble Düsseldorf-Elberfeld à 42 paires, pour laquelle sont prévus 7.323.000 marks de matériel et 842.000 marks de main-d'œuvre, soit une dépense de 8.165.000 marks ;

2° le câble Duisburg-Mülheim-Düsseldorf, à 174 paires, dont 42 de 1 mm. 4 et 132 de 0 mm. 9 ;

3° le câble Düsseldorf-Cologne, à 174 paires, dont 42 de 1 mm. 4 et 132 de 0 mm. 9.



D'autres câbles à grande distance sont encore projetés, entre autres un câble à 100 paires, dont 10 paires pour le télégraphe, qui doit unir Francfort à Cologne, par Wiesbaden, Mayence, Bingen et Coblenz. Les frais de construction de ce grand câble s'élèveront à 45 millions de marks environ.

En France, l'établissement de câbles téléphoniques à grande distance n'est pas jusqu'à présent entré dans la période des réalisations : deux projets d'importance nationale et stratégique indiscutable n'ont pas abouti, et cela pour des raisons qui ne sont pas d'ordre technique.

**DOCUMENTS RELATIFS AU CALCUL
DES BUREAUX CENTRAUX TÉLÉPHONIQUES AUTOMATIQUES**

TÉLÉPHONE ET STATISTIQUE ⁽¹⁾

par J.-B. POMEY,
Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes.

Les administrations des télégraphes de tous les pays civilisés se préoccupent de remplacer les appareils commutateurs des bureaux centraux téléphoniques par des appareils automatiques ou semi-automatiques ; mais cette transformation ne peut s'opérer d'une façon conforme aux besoins que si le nombre des sélecteurs est convenable. C'est seulement par des statistiques que l'on peut déterminer les besoins et se rendre compte de leurs fluctuations.

La statistique est le dénombrement des phénomènes qui se présentent en grand nombre ; ils sont classés d'après leur cause ou d'après la combinaison des causes qui les produisent ; les phénomènes n'étant pas purs ou, autrement dit, ne se manifestant pas dans un système isolé, les résultats observés présentent des variations qui, en raison de la diversité des causes, suivent la loi des erreurs. Dès lors, le calcul des probabilités devient applicable.

On peut se demander si le nombre, par unité de temps, des communications téléphoniques échangées dans un réseau est suffisant pour que la loi des grands nombres s'applique. Quand il s'agit de la théorie cinétique des gaz, le nombre de molécules comprises dans une molécule gramme est égal à $6,80 \cdot 10^{23}$ et défie l'imagination ; mais quand il s'agit de compter les conversations demandées par minute dans un grand bureau téléphonique, même à l'heure la plus chargée, on est bien loin de pareils nombres ; il n'y a pas de comparaison possible. Cependant, il est certain que la fréquence des conversations obéit à

(1) *R. G. E.*, janvier 1921.

des lois. Il suffit, pour s'en rendre compte, de jeter un coup d'œil sur la courbe (fig. 1) qui représente le développement du trafic téléphonique à Hambourg. Cette figure est empruntée à un article de M. K. Dohmen, inspecteur des Télégraphes, à Berlin : elle fait ressortir le parallélisme de la marche du trafic pendant trois années consécutives ; les abscisses sont les temps ;

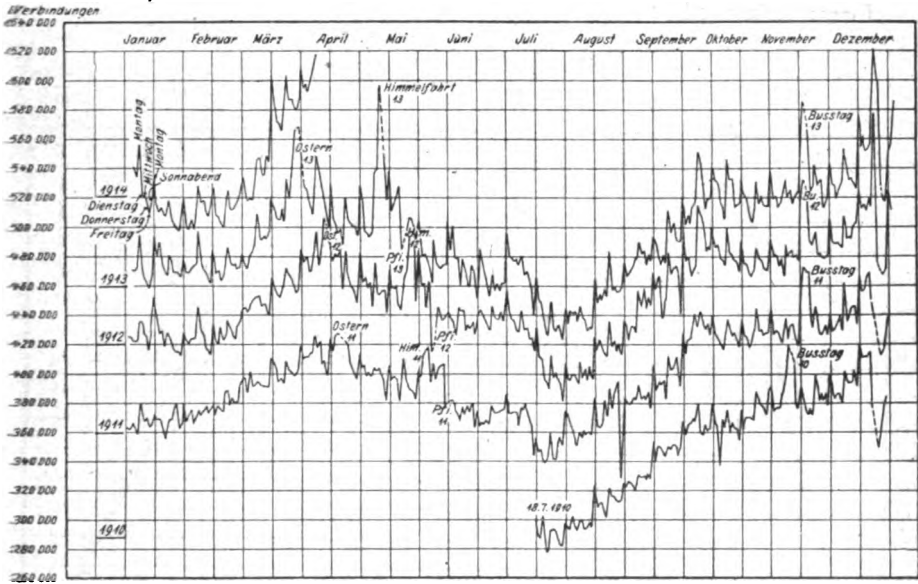


Fig. 1. — Variations annuelles du trafic téléphonique de Hambourg : Verbindungen, Nombre de conversations ; Ostern, Pâques ; Himmelfahrt, Ascension.

chaque courbe tracée correspond à une année, les mois correspondants sont indiqués en tête ; dans le quadrillage, chaque division correspond à quatorze jours ; l'échelle des ordonnées indique le nombre des conversations par jour. Pâques, l'Ascension, Noël, s'accompagnent d'une grande augmentation du trafic, suivie aussitôt d'une baisse ; les congés sont visibles, car le réseau est alors inactif. De même, chaque jour de la semaine a une courbe de forme particulière et le samedi après-midi se distingue nettement par une chute dans le nombre des conversations (fig. 2 et 3).

A. Kruckow, de Berlin, a donné aussi d'intéressants ren-

seignements sur les diverses formules employées : soit V le nombre des lignes d'intercommunication ; T , la durée moyenne de la conversation ; C , le nombre des appels à l'heure la plus chargée. M. Campbell, en Amérique, à l'occasion du 25^e congrès des Ingénieurs électriciens, à Atlantic City, a donné comme un résultat empirique, pour déterminer V , la règle ou formule suivante :

$$V = \frac{C T}{60} + 2,8 \sqrt[3]{\frac{C T}{60}}.$$

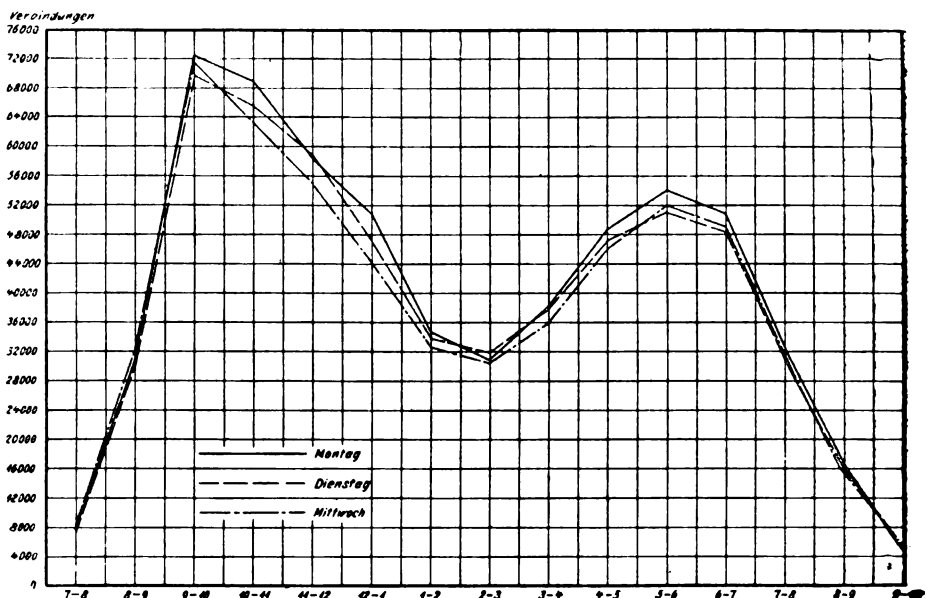


Fig. 2.

Les D^{rs} Lubberger et Spiecker ont traité le problème au point de vue du calcul des probabilités dans des dissertations doctorales en 1913 et 1914 (librairie Julius Springer, de Berlin).

Christensen et Johannsen ont aussi appliqué la loi des erreurs.

La Western Electric Cy admet la formule :

$$V = \frac{C T}{60} + 4,2 \sqrt[2]{\frac{C T}{60}}.$$

On a proposé aussi de remplacer CT par CT augmenté d'une constante à déterminer ; cette constante dépendrait de l'occupation des organes, pour d'autres causes que les conversations, telles que les dérangements et les fausses manœuvres.

Quoi qu'il en soit, on voit que les données de la statistique à utiliser sont le nombre des appels à l'heure la plus chargée et la durée moyenne de la communication.

L'inconnue à déterminer, c'est le nombre des organes à mettre

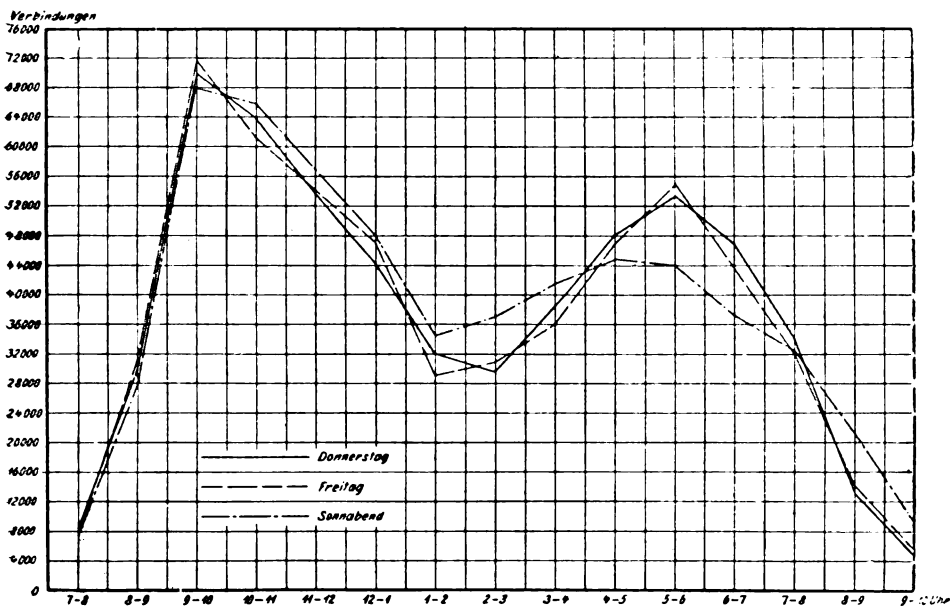


Fig. 2 et 3. — Variations journalières du trafic téléphonique de Hambourg, pour une semaine.

à la disposition des abonnés pour que l'on puisse, selon toute probabilité, donner satisfaction, disons à 999 appels sur 1.000, ou, si l'on se donne un peu plus de latitude, à 997 sur 1.000, à l'heure la plus chargée.

Telle est la façon dont le problème se pose.

Il faut donc que le travail ait été préparé par des statistiques sur lesquelles on puisse se reposer. Si une administration étudie la question d'une façon incomplète et fournit au constructeur des

données insuffisantes, trop anciennes, établies par des comptages à des époques où l'intensité du trafic est trop faible ou anormale, le constructeur prévoira un nombre de sélecteurs qui ne correspondra pas aux exigences légitimes des abonnés ou, dans le cas contraire, trompera le souci d'économie des fonctionnaires.

A vrai dire, les prévisions sont impossibles quand on change en même temps l'appareil et le mode de tarification. Si, au régime de l'abonnement, on fait succéder le régime de la conversation taxée, on aura une modification de C et de T. Il ne faut donc commander un nouvel appareil commutateur qu'après avoir établi les valeurs de ces constantes dans les nouvelles conditions d'exploitation. Sans cette précaution, il faut s'attendre à des retouches ou même à des remaniements.

Pour évaluer le nombre des conversations demandées, il est facile d'installer des compteurs sur les lignes de chaque abonné ; il faut les relever assez souvent ; avec les multiples à opérations manuelles, il peut y avoir lieu aussi de faire une interprétation convenable des résultats, pour éliminer l'élément humain.

Ce qui est difficile, c'est de se rendre compte de la durée moyenne de la conversation. Pour y parvenir, on peut grouper ensemble un certain nombre de cordons de conversation. Ces cordons servent à relier l'abonné demandeur à l'abonné demandé ; on peut imaginer un appareil inscripteur électrique, dont la plume dévierait d'une quantité proportionnelle au nombre de cordons du groupe qui seront occupés. Le tracé sera alors une courbe en escalier : chaque fois qu'elle monte d'une marche, il y a un cordon qui devient indisponible ; de même, chaque fois qu'elle descend d'une marche, il y a un cordon qui retombe à la position d'attente et de repos ; la largeur de chaque marche indique l'intervalle de temps écoulé entre deux appels consécutifs. La surface enveloppée est proportionnelle au nombre des conversations et à leur durée ; comme le nombre est déterminé par les ressauts qu'on peut compter, la durée moyenne s'ensuit.

Si des appareils inscripteurs de ce genre ne sont pas mis en service dans un réseau, on est réduit à confier les pointages à des surveillantes : c'est un procédé défectueux. Il n'est utile que

pour contrôler la marche des appareils automatiques, afin de déterminer l'influence de causes d'erreurs imprévues ou accidentelles, mais il ne peut être employé normalement à l'établissement définitif de la statistique. D'ailleurs, il faut éviter tout ce qui peut paraître une mesure d'espionnage; il y a intérêt à éliminer l'élément personnel de toute opération qui peut être laissée à un mécanisme. Le sage dit : ne fais pas aujourd'hui ce dont tu pourras charger un autre demain ; mais plus avisé, l'ingénieur dira : faisons faire aujourd'hui par un mécanisme ce qu'un autre refuserait peut-être de faire demain à notre place.

Admettons donc que nous voilà en possession de statistiques convenables ; comment allons-nous les utiliser pour prévoir le nombre de lignes d'intercommunication destinées à desservir nos abonnés ? On se servira, si l'on veut, de la formule empirique de la Western Electric Cy. Ce sera, une fois de plus encore, quelque chose qu'elle nous aura appris ; cela n'est point pour nous étonner.

Néanmoins, c'est un désir tout naturel de l'esprit humain que de demander au raisonnement de confirmer les résultats de l'expérience ou même de les prévoir. Or, il y a justement un auteur qui paraît avoir donné une formule très satisfaisante, c'est M. Erlang. Et je crois que tous ceux qui se piquent de raisonner téléphonie ont étudié sa démonstration.

Je ne vais donc pas apprendre une chose bien nouvelle.

Mais, comme la téléphonie est un monopole d'État et que, d'autre part, les ingénieurs les plus distingués des grandes sociétés de fabrication sont surchargés de travail ou bien sont tenus par d'autres préoccupations, la formule d'Erlang, bien que connue universellement, n'a pas encore été publiée dans la presse technique française. C'est à coup sûr une lacune à combler. Peut-être aussi cette formule n'a-t-elle pas été reproduite, parce que son établissement repose sur certaines hypothèses qui ont besoin d'être complètement élucidées ; mais si l'on n'étudie un domaine que lorsqu'il est complètement exploré, on ne découvrira jamais rien. C'est ainsi que, pendant si longtemps, sous prétexte du peu de rigueur des premières démonstrations relatives à la

théorie cinétique, la Sorbonne se montrait si réfractaire à cette doctrine. En ce qui concerne la formule d'Erlang, notre avis est que sa justification la meilleure résulte de l'article de M. Engset, dont on trouvera la traduction à la page 138 de ce numéro.

Quoi qu'il en soit, nous pensons qu'il est utile, en raison de l'originalité de la méthode, de reproduire ici les traits essentiels de la démonstration donnée par Erlang de sa célèbre formule.

Voici comment se présente le problème. On a un très grand nombre d'abonnés qui sont réunis à un bureau central. Pour satisfaire à une demande de communication, on choisit un cordon à deux fiches, un dicorde, et on introduit une des fiches dans le conjoncteur de l'abonné demandeur, puis on insère la seconde fiche dans le conjoncteur de l'abonné demandé, si celui-ci n'est pas déjà en communication. Il peut ainsi y avoir deux causes qui empêcheront une mise en communication : la première, c'est le manque de dicordes en nombre suffisant, la seconde c'est l'occupation de la ligne demandée. On fait abstraction de cette deuxième cause. Quant à la première, elle serait évitée théoriquement si l'on avait alors un nombre de dicordes égal à celui des abonnés, car on pourrait toujours répondre immédiatement à un appel. Mais le nombre de dicordes serait alors excessif et il y a un intérêt économique à le proportionner, non pas au nombre des abonnés, mais au nombre maximum de conversations simultanées qu'on rencontrera dans la pratique.

Remarquons que, dans un bureau automatique, il ne s'agira plus de dicordes, mais de sélecteurs. Ces organes présentent une certaine complication qui les rend coûteux. En bonne administration, on est autorisé à engager dans la construction d'un mécanisme une somme proportionnelle à la fréquence de son utilisation. Il convient donc de réserver pour un usage commun les ensembles qui présentent une certaine complexité : c'est la théorie des omnibus et des transports en commun. L'art du constructeur de commutateurs centraux consistera dans le groupement judicieux des appareils, en vue d'augmenter l'intensité de l'emploi de chacun d'entre eux, dans les limites compatibles avec une bonne exploitation.

C'est pour cette raison qu'au lieu d'avoir un nombre de sélecteurs égal à celui des abonnés reliés, on n'en aura qu'un nombre moindre. Soit x ce nombre.

D'autre part, chaque abonné cause plus ou moins longtemps ; la durée de la communication doit comprendre le temps nécessaire à la mise en communication et au retour à l'état de repos. On cherchera, par des relevés statistiques, à connaître, pour chaque durée que l'on peut imaginer, le nombre des conversations correspondant à cette durée. D'une façon plus précise, il y a une certaine probabilité pour qu'une conversation prise au hasard ait une durée comprise entre t et $t + \Delta t$; on pourra construire des courbes de probabilité ; s'il s'agissait de communications interurbaines, la durée probable serait, à coup sûr, celle qui correspond à l'unité de conversation tarifiée, trois minutes par exemple ; dans les communications urbaines, l'expérience montre qu'il y a aussi une durée moyenne bien déterminée dans chaque réseau. Cette durée peut être considérée, comme l'unité naturelle de temps, dans le genre de questions qui nous occupe. C'est ce que fait Erlang.

Maintenant, on peut aller plus loin et faire l'hypothèse simplificatrice que toutes les communications ont la même durée et que cette durée est égale à l'unité de temps qui vient d'être choisie.

Enfin, supposons qu'il se produise en moyenne y appels dans l'unité de temps. Divisons l'unité de temps en N parties égales ; il y aura y de ces parties où l'on recevra un appel. Il y a donc une probabilité $\frac{y}{N}$ pour qu'un de ces intervalles de temps soit un

intervalle où se produise un appel. Posons $\frac{1}{N} = dt$; en faisant croître N indéfiniment, il y aura une probabilité $y dt$, pour qu'un appel se produise entre les époques t et $t + dt$.

On demande quelle est la probabilité pour qu'au moment où cet appel arrive au bureau, il y ait un nombre donné x de sélecteurs occupés, ce nombre pouvant prendre successivement les valeurs 0, 1, 2, 3, etc., et x .

Soit S_x la probabilité pour qu'il y ait x sélecteurs occupés, à l'époque t ; pendant l'époque dt , il y a une probabilité $y dt$ pour qu'un appel se produise; donc il y a une probabilité $S_x \times y dt$, pour que le nombre de sélecteurs occupés passe de x à $x + 1$.

Soit, d'autre part, S_{x+1} la probabilité, pour qu'il y ait $x + 1$ sélecteurs occupés, à la même époque; il y aurait alors $x + 1$ conversations en cours; or une conversation dure en moyenne le temps 1; dans le temps dt , il y a une probabilité $\frac{dt}{1}$ pour qu'une conversation commencée, ayant cette durée, se termine pendant l'intervalle de temps dt , à quelque époque que l'on se place; mais comme il y a $x + 1$ conversations en cours, la probabilité pour qu'une de ces conversations cesse est $(x + 1) S_{x+1} dt$; c'est aussi la probabilité, pour que le nombre de sélecteurs occupés passe de $x + 1$ à x .

Si nous avons, quel que soit x , depuis $x = 0$ jusqu'à $x = x$, une série d'équations telles que :

$$S_x y = (x + 1) S_{x+1},$$

la probabilité pour qu'un nombre x de sélecteurs soit occupé restera *stationnaire*. On aurait ainsi :

$$S_0 y = S_1, S_1 y = 2S_2, S_{x-1} y = x S_x,$$

d'où :

$$S_0 y^x = x! S_x \text{ ou } S_x = S_0 \times \frac{y^x}{x!}.$$

Mais la somme des probabilités $S_0 + S_1 + \dots + S_x$, c'est-à-dire la somme des probabilités, pour qu'il y ait zéro sélecteur occupé, ou un, ou deux, ou x équivalant à la certitude; on a donc l'unité pour cette somme, d'où :

$$(1) \quad S_x = \frac{\frac{y^x}{x!}}{1 + \frac{y}{1} + \frac{y^2}{1 \cdot 2} + \dots + \frac{y^x}{x!}}$$

Ce résultat est donc la conséquence de l'hypothèse faite, d'après laquelle l'état statistique du bureau central est caractérisé par $x + 1$ nombres S_0, S_1 , etc., S_x représentant respective-

ment les probabilités pour qu'il y ait zéro, ou un, ou deux, ou x sélecteurs occupés, ces nombres étant invariables, pendant la période de temps considérée.

En pratique, on choisira l'heure la plus chargée à une époque de l'année convenablement fixée.

Si une telle hypothèse est exacte, on est, selon les termes employés par M. Erlang, dans un état d'*équilibre statistique*.

Mais pour que l'équilibre statistique subsiste, il faut de plus, que les conversations qui sont en cours à l'époque t considérée, aient encore des restants de vie à vivre, dont les probabilités restent inchangées, quand une fois on a admis la loi de probabilité indiquée par la formule (1).

Il y a une probabilité S_x pour qu'il y ait x conversations en cours. J'ignore le nombre d'unités de temps qu'il leur reste à vivre. Mais je porte mon attention sur le cas où une conversation finirait dans un intervalle de temps Δ_1 compris entre les époques t_1 et $t_1 + \Delta_1$, t_1 étant choisi arbitrairement, à partir du moment considéré. Comme la durée de la conversation est égale à l'unité et que nous admettons qu'aucune époque n'est favorisée pendant le temps que dure l'équilibre statistique, il y aura une probabilité $\frac{\Delta_1}{1}$ pour que la conversation se termine dans l'intervalle Δ_1 envisagé.

Donc la probabilité pour que les x conversations en cours se terminent dans les intervalles $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_x$, c'est-à-dire au bout d'un temps compris entre :

$$\begin{aligned} t_1 \text{ et } t_1 + \Delta_1, \\ t_2 \text{ et } t_2 + \Delta_2, \\ \dots\dots\dots \\ t_x \text{ et } t_x + \Delta_x, \end{aligned}$$

est égale à :

$$\Delta_1 \Delta_2 \dots \Delta_x S_x.$$

Cette formule s'appliquera, quel que soit x , les intervalles $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_x$ ayant été choisis une fois pour toutes, suivant le mode de dénombrement qu'on voudra adopter et qu'il est inutile de préciser davantage.

Cela posé, il est évident, d'après la façon dont nous sommes parvenus à la formule S_x , qu'il y a équilibre dans la probabilité admise pour la répartition des restes de vie entre les intervalles $\Delta_1, \Delta_2, \dots \Delta_x$, en tant qu'une conversation nouvelle s'établit ou qu'une conversation en cours s'achève ; car il n'y a alors à considérer que le changement de S_x en S_{x+1} et inversement, si, d'autre part, on suppose que les restes de conversations qui subsistent et qui sont engagés dans les intervalles $\Delta_1, \Delta_2, \dots \Delta_x$ considérés demeurent individuellement dans le même intervalle.

Mais il y a une certaine probabilité pour que, pendant le temps dt , une conversation dont la durée est actuellement en cours dans un intervalle Δ_i sorte de cet intervalle ou qu'une autre conversation vienne s'y inscrire.

Il y a, par exemple, une probabilité :

$$dt \times \Delta_1 \Delta_2 \dots \Delta_x \cdot S_x,$$

pour qu'une durée de conversation entre dans l'intervalle Δ_i pendant que les autres conversations se placent dans les autres intervalles ; c'est ce qui aura lieu, si la durée d'une certaine conversation est voisine de la limite inférieure de Δ_i et on est à une distance inférieure à dt .

Donc l'expression :

$$\Delta_1 \Delta_2 \dots \Delta_x \left(\frac{1}{\Delta_1} + \frac{1}{\Delta_2} + \dots + \frac{1}{\Delta_x} \right) S_x dt,$$

est la probabilité pour qu'une conversation nouvelle entre dans les intervalles considérés.

De même, si une conversation a une durée voisine de la limite supérieure d'un des intervalles considérés et en est assez près pour franchir cette limite dans le temps dt , on est en présence d'un événement qui fait sortir une conversation existante des intervalles considérés et dont la probabilité est donnée, comme on s'en assure facilement, par la même formule.

Il y a donc équilibre dans les probabilités de répartition des résidus de conversations entre les intervalles considérés et de là résulte que la loi de probabilité (1) trouvée est compatible avec l'équilibre statistique, tant en ce qui concerne la permanence

des probabilités pour qu'un nombre de sélecteurs donné soit occupé, que pour la permanence des probabilités de la répartition, entre des intervalles déterminés, du restant de vie dont chaque conversation engagée a encore à jouir avant de s'éteindre.

Je me bornerai à cet aperçu de la méthode de M. Erlang.

Il me semble qu'on peut donner de la formule en question une démonstration différente. Je ferai appel au théorème du géomètre anglais Bayes. L'énoncé est le suivant :

Soient $p_1, p_2, \dots p_i \dots$ les probabilités que des causes $C_1, C_2, \dots C_i \dots$ s'excluant mutuellement, donnent respectivement à l'événement E.

Soient $q_1, q_2, \dots q_i \dots$ les probabilités de ces causes. Supposons maintenant que l'événement E ait été observé dans une épreuve, la probabilité ϖ_i que, l'arrivée de l'événement observé est due à la cause C_i est donnée par la formule :

$$\varpi_i = \frac{p_i q_i}{p_1 q_1 + p_2 q_2 + \dots + p_i q_i + \dots} .$$

Si, d'une façon générale, la cause q_i produit nécessairement l'événement E, on a $p_i = 1$ quel que soit i et il vient, plus simplement :

$$\varpi_i = \frac{q_i}{q_1 + q_2 + \dots + q_i + \dots} .$$

Appliquons ce théorème. Soit $y dt$ la probabilité pour qu'un appel se produise dans la durée de l'intervalle dt ; cette probabilité est la même, quelle que soit l'époque t de cet élément de temps; si cette époque est comprise entre $t-1$ et t , la communication commencée sera en cours à l'époque t ; la somme des probabilités :

$$\int_{t-1}^t y dt = y$$

est donc la probabilité pour qu'il y ait une communication engagée à l'époque t . La probabilité pour qu'il y ait une communication engagée sur le sélecteur n° 1 et une autre engagée sur le sélecteur n° 2 sera y^2 ; mais, si nous faisons abstraction du

numéro du sélecteur, la probabilité sera seulement $\frac{y^2}{2}$, pour leur ensemble. Si j'envisage α sélecteurs dans un ordre quelconque, la probabilité pour qu'il y en ait α occupés simultanément sera $\frac{y^\alpha}{\alpha!}$, car l'ordre importe peu. Fixons maintenant notre attention sur une conversation en cours ; elle peut être due à ce qu'il y a un nombre α de sélecteurs engagés, c'est là une cause particulière. La probabilité S_α pour que cette cause ait joué est, d'après le théorème de Bayes :

$$S_\alpha = \frac{\frac{y^\alpha}{\alpha!}}{\sum_0 \frac{y^i}{i!}}$$

On retombe sur la formule d'Erlang.

Service d'Études et de Recherches Techniques

DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Quelques résultats d'essais d'appareils téléphoniques.

Il est intéressant de montrer sur des exemples que la valeur transmissive d'un appareil téléphonique ne dépend pas seulement de son schéma électrique, de son microphone, de son récepteur et de sa bobine, mais qu'il dépend aussi pour une grande part de la construction mécanique du bâti.

Exemple n° 1. — Un constructeur a présenté à l'Administration un type de poste mural à microphone fixe et un type de microtéléphone combiné à cornet. Les microphones employés dans les deux cas sont identiques, cependant leur efficacité à la transmission présente des différences considérables selon qu'ils sont montés sur l'un ou l'autre type d'appareil :

Type à microphone fixe. — Efficacité à la transmission — moyenne 6 unités $1/2$ supérieure à celle de l'étalon de comparaison.

Type à microphone combiné. — Efficacité à la transmission — moyenne 3 unités $8/10$ inférieure à celle de l'étalon de comparaison.

Soit de l'un à l'autre type une différence moyenne de 12 unités $3/10$ d'efficacité de transmission (1), ce qui revient à dire que le type à microtéléphone combiné, s'il est employé concurremment avec le type à microphone fixe pour causer sur une ligne aérienne à grande distance en fil de 3 mm. par exemple, se comportera comme si la ligne était allongée de 350 kilomètres de plus.

(1) La définition de l'unité d'efficacité de transmission a été donnée dans les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, année 1920, page 488.

L'infériorité est manifeste. Elle est certainement due au fait que le microphone placé au fond d'un long cornet est situé loin de la bouche de la personne qui parle.

Exemple n° 2. — Les microtéléphones combinés sont, plus que les autres appareils, sujets à des phénomènes de couplage entre le microphone et le récepteur. Le couplage consiste en ce fait que le fonctionnement du récepteur est capable de réagir sur le microphone, lequel à son tour réagit sur le récepteur et ainsi de suite. L'effet de couplage peut être plus ou moins prononcé ; s'il est très fort, l'appareil siffle ; s'il est faible, l'appareil ne siffle pas mais la voix est déformée et les abonnés se plaignent de ne pas comprendre leur correspondant. Ceci arrive particulièrement lorsque l'effet de couplage est variable avec la fréquence.

On a mesuré l'effet de couplage sur plusieurs microtéléphones combinés.

On fait un montage comme dans la figure ci-dessous.

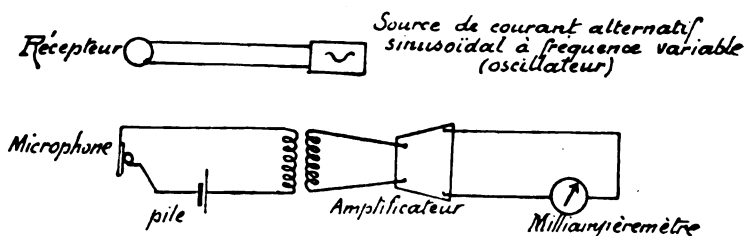


Fig. 1.

S'il y a du couplage entre le récepteur et le microphone, ce dernier engendrera des courants téléphoniques lorsque le courant de l'oscillateur est envoyé dans le récepteur. On fait la lecture du courant microphonique après en avoir convenablement amplifié et détecté la partie variable. Cette lecture mesure l'effet de couplage.

On établit pour chaque appareil la courbe du couplage en fonction de la fréquence.

Nous reproduisons (fig. 2) deux de ces courbes ; on voit sur chaque courbe deux pointes de couplage nettement accusées surtout sur le microtéléphone n° 2 qui est beaucoup plus mauvais,

eu égard au couplage, que le microtéléphone n° 1. Les deux appareils sont d'ailleurs défectueux, un bon microtéléphone ne devant pas accuser de pointe au couplage. Pour obtenir ce résul-

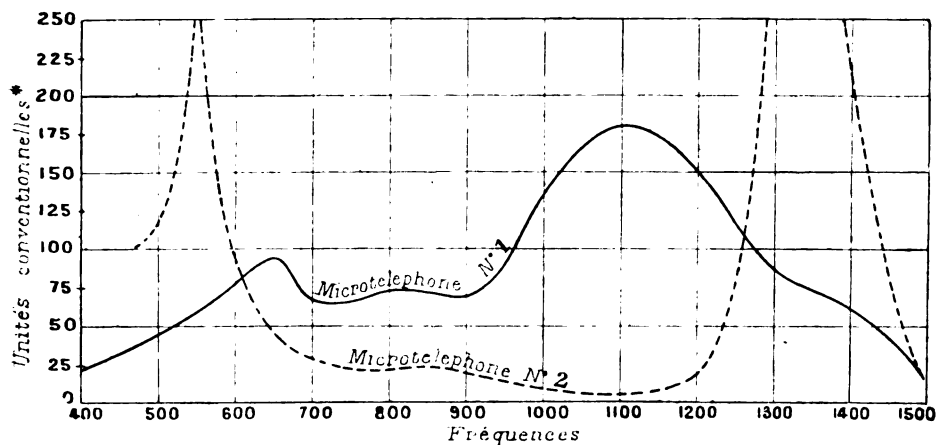


Fig. 2.

tal la construction mécanique doit être extrêmement étudiée car le couplage est certainement dû à la transmission de vibrations par la poignée du combiné, laquelle pourrait favoriser, selon ses périodes de vibrations propres, le couplage à telle ou telle fréquence.

COMPTE RENDU DES PÉRIODIQUES

Revue française, par M. TAFFIN, Directeur des Postes et Télégraphes.
— Revues étrangères, par M. REYNAUD-BONIN, Ingénieur, et M. CAUCHIE,
Inspecteur des Postes et Télégraphes.

PÉRIODIQUES EN LANGUE FRANÇAISE

Recherches sur l'origine des atmosphériques en radiotélégraphie (*Revue générale des Sciences*, août 1921). —

Il y a quelques années déjà, Marconi, Pickard et d'autres radiotélégraphistes avaient suggéré que les atmosphériques, qui affectent d'une façon permanente les relations radiotélégraphiques, ne sont pas des perturbations erratiques, ni des manifestations intéressant uniformément tout l'espace; mais, au contraire, qu'ils ont le caractère d'ondes électriques véritables, ayant leur point de départ en des centres déterminés et rayonnant autour de ces centres suivant les lois générales de la propagation des ondes.

En février 1920, le laboratoire radiotélégraphique de la Marine des États-Unis entreprit des expériences, en différents endroits, en vue d'approfondir ce point. Le dispositif employé tout d'abord comportait principalement un aérien, formé de deux cadres de 15 m. de longueur et 2 m. 40 de hauteur, placés à 90° l'un sur l'autre et portant chacun 10 tours de fil conducteur espacés de 15 cm., avec une antenne de forme ordinaire, pour rendre le système uni-directeur; les deux cadres pouvaient être employés soit isolément, soit simultanément, et, dans ce dernier cas, en parallèle ou en opposition, ce qui correspond à 8 directions, à angle de 45°, et, par interpolation, permet de pousser la division jusqu'à 15°.

Dans une seconde série d'expériences, on fit usage d'un cadre tournant, de 9 mètres de longueur et 2 mètres de hauteur, portant 15 tours de fil de sonnerie, espacés de 12 cm. l'un de l'autre, avec une antenne ordinaire. On peut ainsi déterminer la direction d'arrivée des ondes à observer, en faisant tourner le cadre jusqu'à

ce que, l'antenne et le cadre étant alternativement reliés en addition et en opposition, on constate un maximum et un minimum d'intensité ; puis, à titre de contrôle, on amène le cadre à angle droit de la position ainsi déterminée et l'on s'assure que la mise en circuit du cadre dans un sens ou dans l'autre ne change rien à l'intensité des signaux perçus.

Les résultats acquis peuvent se résumer ainsi :

Les perturbations atmosphériques permanentes affectant le littoral de l'Atlantique, aux États-Unis, viennent en général de directions entre le Sud et l'Ouest, principalement de la direction du Mexique ; mais en partie aussi des Monts Alleghany.

Sur le littoral du Pacifique, les atmosphériques sont plus faibles que sur l'Atlantique, et semblent provenir principalement de centres voisins ; ils sont diffus dans le Nord, mais paraissent néanmoins provenir de centres définis situés dans les Montagnes Rocheuses.

En règle générale, les atmosphériques proviennent de la terre ferme plutôt que de la mer ; lorsqu'ils semblent provenir de la mer, on constate généralement qu'il y a, dans la direction d'où ils viennent, une terre plus ou moins lointaine.

L'intensité des atmosphériques varie en certains endroits d'une façon très notable avec la longueur d'onde pour laquelle les appareils sont accordés ; ceux dont l'intensité augmente avec la longueur d'onde, d'une façon appréciable, proviennent probablement de centres lointains ; ceux qui gardent une intensité à peu près indépendante de la longueur d'onde sont sans doute d'origine locale.

A Washington, on remarque généralement que les atmosphériques d'après-midi, en été, sont beaucoup plus nettement orientés que ceux de l'avant-midi, et que la direction est d'autant plus nette que l'intensité des perturbations est plus grande.

On peut constater deux genres d'atmosphériques bien distincts : l'un donne un choc pur dans les écouteurs ; il se perçoit entre des longueurs d'ondes plus ou moins écartées ; l'autre produit une succession de crachements correspondant à des longueurs d'ondes différentes et formant ainsi une sorte de « spectre atmosphérique » plus ou moins continu.

Comme conclusion de ces constatations, on peut dire qu'il n'est pas encore possible de formuler une théorie complètement satisfaisante des atmosphériques, mais qu'il paraît probable qu'ils ont pour cause de puissantes décharges entre des masses d'air se trouvant à des potentiels différents.

Il est difficile cependant de comprendre comment ces décharges peuvent se produire sans être accompagnées de phénomènes lumineux visibles. Peut-être les décharges envisagées résultent-elles du rapprochement et du contact rapide de masses gazeuses électrisées évoluant, dans une atmosphère raréfiée, ionisée et conductrice, à une vitesse suffisante pour se neutraliser sans accompagnement d'étincelle, tout en donnant lieu à des perturbations statiques puissantes. Quoi qu'il en soit, les ondes perturbatrices se produisent de la façon envisagée, dans les couches atmosphériques supérieures : on doit admettre que le front d'onde se propage en ligne droite jusqu'à ce qu'il atteigne la surface de la Terre, à partir d'où les ondes se transportent de la même façon que celles émises par un poste d'avion, avec un front vertical, telles que les ondes d'une antenne terrestre.

La téléphonie et la télégraphie dans l'Amérique du Sud (*L'Industrie électrique*, mars 1921). — La Compagnie américaine des téléphones et des télégraphes a fait une enquête auprès des divers gouvernements de l'Amérique du Sud et a réuni les renseignements suivants :

Dans la partie de l'Amérique, située au sud du Rio Grande, y compris Cuba et Haïti, il y a 325.423 postes téléphoniques ; aux États-Unis, pour une population à peu près aussi nombreuse, il en existe 12 millions.

L'Argentine est l'État de l'Amérique du Sud où il y a le plus de postes téléphoniques (105.205), puis viennent le Brésil (67.366), le Mexique (41.201), Cuba (28.182), le Chili (23.670), l'Uruguay (19.486) ; tous les autres États en ont moins de 10.000. A Haïti, il n'y en a que 82.

Dans l'Amérique du Sud, le nombre de téléphones, par rapport à celui de la population est beaucoup moins élevé dans les campagnes

que dans les villes; par exemple à Mexico, il y a 3,9 postes pour 100 habitants et dans le Mexique entier il n'y en a que 0,25 pour 100 habitants; aux États-Unis, il y a à peu près le même pour 100 dans les campagnes et dans les villes. Par exemple 11,7 pour 100 habitants à New-York et 11,39 pour 100 habitants dans le pays entier.

Le capital investi dans les installations téléphoniques est de 64.422.600 dollars; aux États-Unis de 1,6 milliard de dollars, ce qui représente 71 cents par tête d'habitant dans le Sud et 15 dollars aux États-Unis. Le prix de revient par poste est de 198 dollars dans le Sud et de 152 dollars aux États-Unis.

Dans l'Amérique du Sud, la recette est de 43 cents par tête d'habitant, aux États-Unis de 3,99 dollars.

La recette pour les téléphones, dans l'Amérique du Sud est les 43,5 pour 100 de la recette totale pour les télégraphes et les téléphones; aux États-Unis, elle représente 80,8 pour 100.

La longueur totale des lignes télégraphiques dans l'Amérique du Sud est de 700.000 km.; aux États-Unis de 3 millions de kilomètres.

Pour les télégraphes, la différence entre le Sud et les États-Unis est moins grande que pour les téléphones, quoique importante.

Dans le sud de l'Amérique il y a 11.627 stations téléphoniques, le nombre des télégrammes par an est de 41.517; aux États-Unis, le nombre de postes est de 28.900 et le nombre annuel de télégrammes de 170 millions.

PÉRIODIQUES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

La lampe à trois électrodes comme instrument de mesures de laboratoire, par John SCOTT-TAGGART (*The Electrician*, janvier 1921).

En dehors de son utilité en radiotélégraphie, la lampe à trois électrodes est susceptible de plusieurs applications intéressantes pour les laboratoires de physique et d'électricité. Parmi ces applications nous citerons la mesure des hautes tensions, qu'il s'agisse de courant continu ou de courant alternatif.

Un dispositif très simple consiste à placer en dérivation sur la f.
Ann. des P., T. et T., 1921-IV (10^e année).

é. m. à mesurer une lampe à deux électrodes (ou encore une lampe à 3 électrodes quelconque, la grille étant reliée à la plaque). Le courant de chauffage du filament est fourni par une batterie d'accumulateurs. Si la source de f. é. m. est continue, on établit les connexions en sorte que la plaque soit rendue positive. Normalement, un courant de plaque devra circuler dans la lampe. Mais, si nous montons, en série avec la lampe, une batterie de f. é. m. variable et un galvanomètre, nous pourrions régler la batterie de façon à rendre nul le courant qui traverse le galvanomètre. Si alors nous mesurons la f. é. m. de la batterie, il est clair qu'elle sera égale à la f. é. m. qu'il s'agit de mesurer. Cette méthode est évidemment impropre à la mesure des voltages très élevés. Elle ne saurait convenir notamment pour des tensions de l'ordre de 1000 v. ou de 10000 v., car, en ce cas, il serait impossible d'obtenir des résultats exacts.

MESURE DES HAUTES TENSIONS

C'est en raison de ce qui précède que l'auteur a imaginé le dispositif représenté sur la fig. 1; il ne serait pas surprenant que d'autres personnes l'aient employé auparavant. Quoi qu'il en soit, il ne manquera pas d'intéresser ceux qui désirent mesurer des hautes tensions sans recourir à un voltmètre électrostatique, et plus spécialement ceux qui ont à effectuer des mesures à haute fréquence.

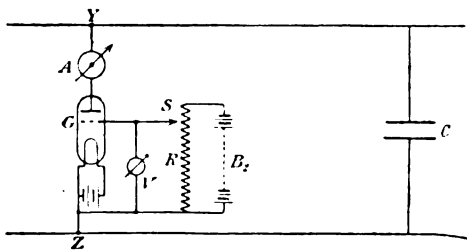


Fig. 1.

Une lampe à trois électrodes est montée en dérivation sur YZ. Il s'agit de mesurer la différence de potentiel entre ces deux points. Un milliampèremètre, ou un galvanomètre A, est monté en série

avec la lampe comme l'indique la figure. Il s'agit maintenant d'appliquer à la grille *G* un potentiel négatif tel qu'il s'oppose exactement au passage du courant à travers la lampe, laquelle se comporte comme un voltmètre de résistance infinie. Lorsqu'en manœuvrant le curseur *S*, on règle à zéro le courant qui traverse *A*, la mesure du voltage de grille se lit sur *V*. Le voltage à travers *YZ* est directement proportionnel à celui indiqué par *V*. Pour obtenir le premier, il suffit de multiplier le second par une constante qui sera légèrement inférieure au facteur d'amplification de la lampe.

Dans le cas de la lampe construite par l'auteur, cette constante était égale à 5,4. On peut la déterminer expérimentalement en appliquant à travers *YZ* 100 volts, par exemple, et en faisant varier le voltage de la grille jusqu'à ce que le courant qui traverse *A* soit nul. Le rapport, une fois établi, est indépendant de la f. é. m. appliquée à travers *YZ* et presque indépendant du courant de chauffage. Lorsqu'il s'agit de mesurer des hautes tensions, il importe que l'impédance de la lampe soit très élevée ; en outre, la grille devra de préférence être à mailles très serrées. Dans ce cas particulier, une lampe « *Q* » Marconi, convient mieux que n'importe quelle lampe du type commercial. En supposant le facteur d'amplification de la lampe égal à 200, il suffira que la f. é. m. de *B*² soit de 10 v. seulement pour qu'on puisse mesurer des différences de potentiel pouvant atteindre 2000 volts. Si l'on désire ne pas se servir du voltmètre *V*, on pourra calibrer en volts la résistance *R*, pour correspondre aux potentiels à travers *YZ*. Dans le cas de la figure, on suppose qu'il s'agit de mesurer la f. é. m. à travers un condensateur *C*. Ce condensateur peut faire partie d'un circuit oscillant, ou encore être associé à une génératrice de courant continu (par exemple, à la génératrice d'un transmetteur radio à lampes). Si les potentiels à travers *YZ* sont alternatifs ou oscillatoires et si *S* est réglé de façon que *A* n'accuse aucune déviation, on obtient le voltage du sommet de la courbe de tension. On peut calculer de cette façon le voltage des oscillations à haute fréquence. On pourrait calculer de la même manière le potentiel maximum à haute fréquence d'une antenne. Pratiquement, on peut négliger la réactance du voltmètre employé.

MESURES DE HAUT ISOLEMENT

La fig. 2 représente un deuxième dispositif qui a été reconnu excellent pour mesurer le haut isolement des condensateurs et de divers autres appareils. Sur le circuit de plaque d'une lampe à trois électrodes, on a intercalé un milliampèremètre A et une batterie de plaque H. Le circuit de grille comprend une batterie D (dont le voltage quelconque peut atteindre 50 v. par exemple) ; le pôle positif de la batterie est relié au filament. Le circuit de grille est interrompu entre Y et Z. On commence par noter le courant qui traverse A, puis on monte, en dérivation sur YZ, le condensateur (ou tout autre appareil) dont il s'agit de mesurer l'isolement ; un instant plus tard, on lit la nouvelle indication de A. Si la lecture accuse un chiffre sensiblement égal au premier, on peut considérer l'isolement comme infini. Le moindre défaut d'isolement se traduira par une augmentation de courant dans A. L'explication est très

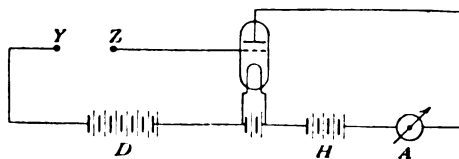


Fig. 2.

simple. Si la résistance à travers YZ est infinie, le potentiel négatif de D n'influe pas sur la grille dont le potentiel est celui pour lequel le courant de grille sera nul (généralement il est égal à $-0 \text{ v } 75$). Toutefois, s'il y a en dérivation sur YZ une résistance de valeur finie mais excessivement grande, la grille prendra un potentiel négatif correspondant à la f. é. m. de D, car il ne se produit aucune chute de potentiel dans le circuit de grille, puisque le courant de grille est pratiquement nul. C'est ce qui permet au dispositif d'établir une différence entre une résistance infinie et une résistance excessivement élevée. C'est le potentiel négatif communiqué à la grille à travers la résistance qui occasionne l'affaiblissement du courant de plaque. Avec un dispositif de ce genre, l'auteur a pu, incidemment,

déterminer très exactement la température à laquelle le verre commence à être conducteur.

Le relèvement des tarifs téléphoniques en Angleterre

(*Telegraph and telephone journal*, mars 1921). — Le service des téléphones doit se suffire à lui-même ; on ne doit pas le considérer comme une administration de rapport destinée à remplir les caisses du Trésor et pas davantage comme un fardeau pesant sur les épaules du contribuable. Avant la guerre, en Angleterre, il remplissait ces conditions. Après avoir acquitté toutes les charges directes ou indirectes et payé les dividendes réglementaires pour les capitaux engagés dans l'entreprise, le Post Office balançait les comptes au profit du Trésor public sous forme d'un fonds de réserve. Les recettes et les dépenses s'équilibraient pratiquement. Il est évident que cet équilibre s'est trouvé fort compromis par suite de l'accroissement des frais de toutes sortes au lendemain de la guerre, et le simple bon sens indique qu'il est nécessaire, pour rétablir l'équilibre, d'augmenter les recettes par un paiement plus équitable du service rendu. Toutes les administrations téléphoniques du monde ont déjà relevé leurs tarifs ou sont en train de le faire.

PRINCIPALES MODIFICATIONS PRÉCONISÉES

1) *Suppression du régime forfaitaire.* — L'abonnement forfaitaire consiste à payer en une fois une somme annuelle représentant les frais d'installation et d'entretien des lignes et des appareils en même temps que l'établissement de toutes les communications de départ. 20 % des abonnés actuels bénéficient de ce régime. Le tarif forfaitaire est une survivance des anciens jours où les lignes téléphoniques étaient peu nombreuses et les communications peu fréquentes. Au début, le tarif forfaitaire n'était pas un *tarif* à proprement parler. Le seul fait qu'on a conservé le mot *subscriber* pour désigner l'abonné prouve qu'il s'agissait plutôt d'une souscription donnant droit à un privilège (au même titre que la qualité de membre d'un cercle) et non pas du paiement d'un service rendu par la compagnie au *consommateur*. Lorsque le téléphone com-

mença de prendre une place prépondérante dans les affaires, toutes les compagnies essayèrent de se débarrasser du tarif forfaitaire ; mais, pour diverses raisons, plusieurs d'entre elles furent forcées de le conserver ; elles tentèrent alors d'en restreindre l'application ou de le régler d'après l'importance croissante des services rendus. L'histoire de toutes ces tentatives est une longue suite d'échecs ; il est clair qu'un système d'abonnement ne peut marcher de pair avec un système de consommation. L'apparente simplicité de l'abonnement forfaitaire l'a rendu populaire dans le monde des affaires, où l'on ne s'est jamais donné la peine d'examiner s'il était équitable et quelles en étaient les conséquences. Certains abonnés sont nettement opposés à sa suppression : il s'agit de ceux qui demandent chaque jour un grand nombre de communications ; et à ce point de vue, il ne faut pas craindre d'affirmer bien haut que, dans les conditions présentes, le tarif forfaitaire viole les principes élémentaires de l'équité commerciale. Il existe, parmi la clientèle de l'administration, beaucoup d'abonnés qui ne sont pas pendus à leur téléphone du matin au soir, et c'est à ceux-là qu'elle se propose d'accorder de nouvelles facilités. Avec l'abonnement forfaitaire, tous les abonnés payent la même somme sans égard pour le service fourni, ce qui produit fatalement ce résultat fâcheux que les uns sont trop bien servis pour ce qu'ils ont versé tandis que les autres sont taxés pour un service qui ne leur est pas rendu. Même parmi les abonnés forfaitaires, le total du service fourni varie considérablement ; pour tout le pays, la moyenne est de 3.000 communications par an, mais il existe des abonnés (qui sont rarement appelés et dont les bureaux sont ouverts longtemps chaque jour) qui demandent par contre en moyenne 35.000 communications par an sur une seule ligne. Un abonné qui demande chaque année 35.000 communications sur la même ligne est desservi gratuitement à partir du 2001^e appel, ou mieux, à dater de ce moment-là, il est desservi aux frais des autres abonnés et du public en général.

Il est évidemment impossible de fixer un tarif forfaitaire correspondant à des cas de ce genre, qui coûtent au Post Office plus de 250 livres par an et par ligne pour les seuls frais d'exploitation. Dans le monde entier on est parti en guerre contre l'abonnement

forfaitaire; les administrations des téléphones des grandes villes commerciales l'ont combattu avec une vigueur particulière; à ce point de vue, l'Angleterre retarde sur les grands centres américains qui l'ont supprimé depuis plusieurs années.

2) *Suppression du régime des conversations taxées.* — En Angleterre, ce régime répond au versement d'une somme minimum invariable représentant le prix de l'installation et conférant le droit à la demande d'un certain nombre de communications; au delà de ce nombre, les communications sont taxées suivant une échelle de tarifs d'autant plus bas que le nombre des appels en surnombre est plus élevé. Ce régime avait été primitivement institué pour remédier à l'inégalité choquante résultant de l'application du tarif forfaitaire; mais, à ce point de vue, son succès fut incomplet. Les progrès réalisés par la technique se sont traduits par la création d'appareils nouveaux et par l'application de méthodes commerciales qui permettent de traiter tous les appels d'une même catégorie avec la même célérité et d'une manière uniforme. Il n'en coûte pas davantage pour acheminer l'appel d'un petit usager que pour acheminer celui d'un abonné dont la ligne est toujours occupée. En réalité, la dépense entraînée dans ce dernier cas est beaucoup plus élevée pour deux raisons: 1° la ligne étant occupée au départ quasi en permanence, un grand nombre de communications d'arrivée ne peuvent avoir lieu, d'où gain manqué; 2° les grands usagers (les hommes d'affaires en général) causant sans arrêt aux heures les plus chargées du jour, ils contribuent à augmenter la courbe maximum du trafic à ces heures-là, ce qui entraîne l'administration dans de nouvelles dépenses pour faire face à la situation au central téléphonique intéressé. Ces considérations dépassent de beaucoup les économies (résultant de la suppression du comptage des communications, etc.) réalisées en écoulant pour le même prix un grand nombre d'appels originaires d'un même poste d'abonné.

Par conséquent, si la communication d'un petit usager ne coûte pas plus à établir que celle d'un grand usager; si, ce qui est le cas, la taxe pour une communication représente exclusivement les frais réels occasionnés par l'établissement de la communication (sans le moindre bénéfice d'exploitation), il s'ensuit que le principe com-

mercial consistant à « faire une réduction quand le client achète en gros » n'est pas applicable et qu'une échelle de tarifs favorisant les gros consommateurs n'est nullement justifiée.

3) *Adoption du tarif « unitaire »*. — Nous entendons par tarif *unitaire* l'application d'une taxe uniforme perçue sur toute communication de départ sans souci du nombre total des communications demandées en une année par les abonnés. D'après ce qui précède, on voit que c'est le seul système qui puisse être appliqué en toute équité, étant donné les conditions dans lesquelles le Post Office assure le service.

Les principaux frais peuvent être groupés de la façon suivante :

a) *Frais d'installation* représentant la fourniture et l'entretien de la ligne et des appareils de l'abonné : La somme perçue chaque année est calculée de façon à amortir les frais entraînés par la fourniture, l'entretien et, le cas échéant, le remplacement des appareils, de la ligne qui relie l'abonné au central, de la partie de l'installation du central qui dessert la ligne. Pour réduire le plus possible les dépenses du petit usager, que son poste soit installé à son domicile particulier ou dans son bureau, on a laissé de côté le supplément destiné à garantir le paiement d'un nombre minimum déterminé d'appels, qu'ils aient lieu ou non. L'abonné ne payera au tarif unitaire que les communications qui ont eu lieu réellement (voir *b*), quelque petit qu'en soit le nombre.

b) *Taxe locale par unité* : 15 centimes par communication de départ. Ceci représente les frais d'exploitation, et les frais entraînés par l'installation et l'entretien des tableaux commutateurs, des circuits de raccordement des appareils divers servant à relier entre eux deux abonnés desservis par deux centraux urbains.

c) *Taxe interurbaine par unité* : Cette taxe varie suivant la longueur du circuit hors la zone du service urbain. Elle représente la participation aux dépenses occasionnées par les lignes et appareils, par le personnel des centraux interurbains ; elle s'ajoute à la taxe unitaire locale. Il convient de remarquer que les circuits interurbains de faible longueur sont exploités exactement comme les circuits urbains. C'est seulement dans le cas d'une communication à *longue distance* que l'abonné doit raccrocher son récepteur après qu'il a

demandé le numéro, et qu'il doit attendre jusqu'à ce que l'opératrice l'informe que la ligne est à sa disposition.

4) *Taxe par unité de longueur* : Les journaux ont, à mainte reprise, insisté sur les « hordes de nouveaux employés » qu'il faudra pour enregistrer les communications des anciens abonnés forfaitaires. Cette idée est absolument fausse. Parmi les abonnés actuels, plus de 80 % payent déjà suivant le nombre de leurs communications de départ. Des compteurs électriques sont en service depuis un certain temps sur toutes les lignes desservies par les grands centraux et, en réalité, les appels des abonnés forfaitaires sont transmis aujourd'hui dans les mêmes conditions que les autres. Le fonctionnement est très simple : il suffit d'appuyer sur un bouton à un certain moment ; la manœuvre est la même pour tous les appels et l'opératrice n'a plus à adopter tel mode de connexion spécial suivant la catégorie à laquelle appartient le demandeur. Les frais qui résulteront de la lecture des compteurs et du calcul des sommes dues d'après les appels enregistrés, sont bien peu de chose lorsqu'on les compare aux suppléments de recettes produits par l'application équitable d'un système qui fait payer en proportion des services rendus.

Lorsqu'on nous dit que les abonnés vont être entraînés à des dépenses excessives pour contrôler eux-mêmes les chiffres fournis par les compteurs, on se trompe encore. Actuellement, très peu d'abonnés payant d'après le nombre de leurs communications se donnent la peine de les contrôler. Ils se fient à l'exactitude de l'enregistrement qui en est fait au central ; le Post Office est toujours prêt à leur montrer en détail comment se fait l'opération et à prouver l'exactitude du procédé de décompte. Lorsqu'on pense au grand nombre de demandeurs qui utilisent l'appareil d'un abonné à son insu, on constate que le nombre des contestations et des réclamations est remarquablement faible.

RÉDUCTION DES DÉPENSES PAR L'EXTENSION DE RÉSEAUX

Vous entendrez souvent avancer cette opinion que le Post Office devrait se procurer un supplément de ressources en étendant ses

réseaux plutôt qu'en relevant les tarifs. Cette opinion est celle des hommes d'affaires, qui appliquent les principes élémentaires de leur entreprise à une autre foncièrement différente et dont ils ne comprennent pas très bien la nature particulière.

Il est évident que l'extension du service, qui est une conséquence des progrès réalisés par la technique, est un facteur qui, dans le passé, a contribué puissamment à la réduction des tarifs téléphoniques et qui, à l'avenir, jouera dans le même sens. Mais un développement qui consisterait simplement dans l'augmentation du nombre des abonnés ne réduirait pas les frais d'exploitation par ligne et par communication échangée. Il produirait bien certaines économies (résultat naturel de l'extension de l'entreprise et de la production en masse), mais ces économies seraient en partie neutralisées par la complexité croissante des installations, qu'il faudrait nécessairement modifier pour desservir convenablement un nombre considérable d'abonnés. Nous ne pourrions, sans sortir du cadre de notre étude, exposer le pourquoi de ce résultat certain, qui est l'*expérience* même de toutes les administrations téléphoniques. C'est ainsi que les bilans publiés par feu la *National Telephone Co* prouvent que les dépenses par bureau demeurèrent pratiquement invariables pendant les années où l'ancien réseau s'est développé. Il est un autre fait que le public peut vérifier facilement dans tous les pays : les taxes téléphoniques ont toujours été jusqu'ici plus élevées dans les grands centres que dans les petites villes, malgré que le nombre des abonnés dans les premiers soit considérable par rapport à celui des dernières.

Les rapports des services d'utilité publique avec le public

(*Electrical World*, février 1921). — Au cours d'une conférence à l'Association des services publics d'Indiana, M. E. K. Hall, vice-président de l'« American Telephone and Telegraph Co », a fait quelques déclarations très importantes sur la façon dont lesdits services doivent se comporter vis-à-vis du public. Le conférencier indiqua que l'animosité contre les profiteurs était pour beaucoup dans l'opposition manifestée par le public contre les tarifs des ser-

vices d'utilité publique malgré que ceux-ci soient bien loin d'être des profiteurs.

« D'où vient le conflit ? demande M. Hall. Les services publics ont la compétence et sont bien renseignés ; pendant quelque temps ils ont essayé d'exposer leur situation au public qui ne les a pas compris parce qu'il refusait de se rendre à l'évidence. Les services d'utilité publique sont de création récente ; personne n'a envisagé la question sous son véritable jour et en la développant on a commis des erreurs. Au début, certaines compagnies se sont rendues coupables de transactions suspectes ; elles se sont attiré une mauvaise réputation qui a rejailli sur les compagnies honnêtes. Depuis lors, les services publics ont subi les conséquences de ces fautes ; lorsque tout fut remis en ordre, ils se heurtèrent à l'attitude hostile du public.

« A priori, le public a considéré tous les tarifs comme excessifs, et les services publics n'étaient pas suffisamment bien armés pour rétablir la vérité dans des termes absolument convaincants et susceptibles d'être compris par la moyenne des clients d'une compagnie de lumière ou d'énergie.

« Il faut longtemps pour modifier radicalement une opinion ; pendant les cinq années prochaines, les services d'utilité publique devront exposer avec patience, intelligence et tact les faits tels qu'ils sont à leur clientèle ; celle-ci devra dans la suite, être tenue constamment au courant. Il faut faire comprendre au public que le temps n'est plus où il pouvait « flageller les services publics ». Le temps où il fallait mettre ces services sur la bonne voie est également passé ; aujourd'hui, fort peu de compagnies cherchent des avantages dans des procédés répréhensibles. S'il se trouve une compagnie publique quelconque qui ne soit pas prête à jouer franc jeu, c'est le devoir des compagnies loyales de ramener la coupable dans le droit chemin. Si ces compagnies ne se chargent pas elles-mêmes de la chose, c'est le public qui s'en chargera et, s'il le veut, il punira les bons comme les méchants. »

L'ÈRE DE LA COLLABORATION

« Nous sommes arrivés au moment où il convient de rendre et de maintenir assez fortes les compagnies publiques pour qu'elles puissent faire face à leurs multiples obligations. Ce doit être une ère de collaboration et de meilleure entente entre les Compagnies et le public ; toute méfiance doit être bannie. On peut se rendre compte de ce que sera la nouvelle attitude du public vis-à-vis des services d'utilité publique et l'on peut hâter son établissement définitif en donnant aux fondements de l'entreprise la considération et l'importance qui conviennent.

« C'est ainsi que les intérêts du public et ceux des compagnies sont identiques ; que dans les entreprises d'utilité publique il n'y a pas de « profit » dans le sens où ce mot est généralement pris ; qu'en ce qui concerne les tarifs, le seul danger possible pour le public c'est qu'ils soient trop peu élevés. Il est facile de s'apercevoir du relèvement des tarifs, mais quand ils sont trop faibles, l'essence même de l'entreprise en souffre et, par contre-coup, les intérêts du public également.

« Les gens s'imaginent que les tarifs des services d'utilité publique sont trop élevés parce qu'eux-mêmes appliqueraient les tarifs les plus forts possible s'ils administraient l'entreprise.

« En outre, il y a divergence d'opinions parce que le public ne pense qu'au présent alors que les compagnies doivent envisager l'avenir. Enfin, le public n'a pas la moindre notion de l'importance et de la complexité de la tâche qu'entraînerait le service qu'il réclame. »

C'EST UNE MAUVAISE TACTIQUE DE S'EXCUSER QUAND LE SERVICE EST INSUFFISANT

« Ceux qui sont responsables de la bonne marche d'un service d'utilité publique doivent tenir compte de ces remarques et de beaucoup d'autres, mais un homme isolé, à quelque compagnie qu'il appartienne, ne saurait obtenir seul un bon résultat en ce qui touche

à l'éducation du public. C'est à chacun, chef ou employé, de faire sa part. Ne croyez pas que vous obtiendrez le concours ni la sympathie du public en vous lamentant et en présentant des excuses. Au contraire, une telle attitude éveille généralement les soupçons et engendre la méfiance. Les services publics exécutent un bon service et ils ont beaucoup de vérités à enseigner au public ; mais avant de solliciter l'appui de celui-ci, chaque compagnie doit prouver qu'elle mérite la confiance de chacun. »

INFORMATIONS ET VARIÉTÉS

Note sur les tarifs téléphoniques adoptés aux États-Unis d'Amérique et en Allemagne. — Les tarifs téléphoniques adoptés pour l'abonnement urbain dans les grandes villes sont généralement des tarifs à peu près proportionnels au nombre de conversations échangées par l'abonné. (Renseignements rapportés de New-York par la mission de fonctionnaires des P. T. T. qui s'y est rendue au mois de février 1921 et documents relatifs à l'Allemagne recueillis dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 25 août 1921.)

États-Unis. — Réseau de New-York. — Les contrats d'abonnement sont annuels et payables par mensualités d'avance.

Le réseau de New-York est divisé en plusieurs districts.

Dans le district central, les tarifs sont les suivants :

Nombre de communications que l'abonné est autorisé à obtenir pour le prix forfaitaire de son abonnement.	Prix de l'abonnement (en dollars)	Prix de chaque conversation en plus du nombre de base fixé par l'abonnement souscrit (en centimes de dollars ou "cents")
800	40	5
960	48	5
1200	60	5
1500	72	5
1800	84	5
2100	96	5
2400	108	4
2700	117	4
3000	126	4
3300	135	4
3600	144 (1)	3
et ainsi de suite		

Les abonnés du district central ont le droit de communiquer sans taxe supplémentaire avec tous ceux des districts 1 à 5 inclus. Au

(1) Ajouter 7 dollars 50 pour chaque 300 conversations supplémentaires prévues au contrat.

Pour un poste supplémentaire on ajoute 27 dollars (*auxiliary line and station*).

delà de cette distance, chaque conversation est taxée comme dans le régime interurbain.

Records d'habileté de dames téléphonistes de Paris. —

L'Administration recommande que pour obtenir un très bon service sur un multiple à batterie centrale, une opératrice A (groupes d'abonnés) ne soit pas obligée d'établir plus de 180 communications à l'heure la plus chargée de la journée et une opératrice B (arrivée des autres bureaux centraux) plus de 360.

Or, les difficultés continuelles de matériel ne permettent pas toujours de rester dans ces sages limites, et nombreuses sont les opératrices A qui sont obligées de donner entre 200 et 300 communications.

Quelques-unes même dépassent ce dernier nombre.

C'est ce que montrent les pointages effectués à partir de la table de contrôle d'un des bureaux centraux téléphoniques de Paris. Dans ce bureau, en effet, les nombres de 307, 308, 310, 311, 325 et 334 communications ont été atteints.

De même, pour les opératrices B du même bureau central, le maximum de 360 communications est souvent largement dépassé. Un assez grand nombre doivent donner entre 400 et 500 communications et même davantage puisque les pointages effectués indiquent jusqu'à 508, 520, 528, 551, 570 communications, etc.

A ce sujet, « le record » de l'habileté a été atteint par une jeune opératrice des positions B du bureau dont il s'agit qui a pu satisfaire à 968 demandes de communications à l'heure la plus chargée, sur lesquelles 952 ont abouti et 16 ont dû être reproduites par suite de « manque de joncteurs disponibles ».

Il est juste d'ajouter que cette opératrice a été aidée par ses deux voisines, moins surchargées qu'elle, qui, tout en assurant leur propre travail, ont trouvé le temps nécessaire pour lui remettre au repos une bonne partie des joncteurs au fur et à mesure de leur allumage sur le keyboard.

Le Chef du bureau ne pouvant croire à une telle vélocité, bien que les conditions dans lesquelles les constatations avaient été faites

par la surveillante de la table de contrôle fussent de nature à lui donner pleine confiance, fit refaire 5 jours plus tard le pointage de la même position B par la surveillante de contrôle de l'autre brigade.

Ce 2^e pointage montra que la téléphoniste qui desservait la position dans cette brigade avait satisfait à 718 demandes de communications dont 717 avaient abouti, et une seule avait dû être reproduite par suite de « manque de joncteurs disponibles ».

Cette opératrice n'avait pas eu besoin de l'aide de ses voisines pour remettre au repos au fur et à mesure les joncteurs libérés, de sorte qu'on peut en déduire qu'elle est aussi habile que sa collègue dont il est parlé plus haut.

Satisfaire à 968 demandes dans une heure revient à ne mettre que 3" 43" en moyenne par communication.

Or, chaque mise en communication nécessite les opérations successives suivantes : prendre un joncteur disponible sur le keyboard, collationner à sa correspondante la tranche des centaines du n^o demandé, lui désigner le numéro du joncteur utilisé, faire le « test » de la ligne de l'abonné demandé, procéder à l'enfoncement de la fiche dans le jack général de cette ligne, et enfin, enfoncer le bouton d'appel du joncteur utilisé.

Une telle habileté constitue un « record » en téléphonie.

Un cas de corrosion d'une conduite par voie chimique.

— Il arrive quelquefois que des câbles téléphoniques enterrés dans le sol sont détériorés par voie chimique ; ces actions mal connues et rares sont souvent cause de sérieuses difficultés, car la protection du câble contre l'attaque du sol est difficile.

Un cas de corrosion d'une conduite en fonte dû également à l'action du terrain vient d'être constaté au Canada, près de Winnipeg.

Cette conduite servant à l'amenée des eaux à un hôpital, présentait des traces de corrosion tout à fait semblables à celles produites par électrolyse ; il n'y avait pas de tramways électriques au voisinage de la conduite et les essais faits n'ont fait apparaître aucune trace de courant électrique ; il a donc fallu attribuer l'attaque aux sels contenus dans le terrain.

Depuis on a rapproché de ce fait cette constatation faite depuis longtemps, que le sol de l'ouest du Canada contient des sels divers, sulfate, chlorure, carbonate et bicarbonate de magnésium, de calcium et de sodium, qui rendent impossible l'existence d'ouvrages en ciment armé.

Des recherches chimiques faites au laboratoire de l'Université de Manitoba, ont projeté un jour tout nouveau sur l'action des solutions alcalines sur les métaux usuels, fonte, plomb et cuivre. Le résultat de ces recherches sera publié prochainement.

Effets produits sur des circuits téléphoniques et télégraphiques et sur des lignes d'énergie par une décharge statique. — Le 5 mars 1921, au cours d'une tempête électrique ordinaire, une violente décharge atmosphérique se produisit à Kendalls (Wisconsin); ses caractéristiques et ses effets rappelaient ceux d'une explosion de dynamite ou de tout autre violent explosif. C'est pourquoi on avait pensé tout d'abord qu'un dépôt de dynamite venait de sauter; mais, après enquête, on reconnut qu'il s'agissait d'un phénomène purement électrique. Contrairement à ce qui se passe dans le cas d'une décharge ordinaire, le phénomène n'était pas localisé: il s'étendait à toute une région. La secousse avait été tellement violente qu'un grand nombre de vitres avaient volé en éclats. Une fenêtre du dépôt de la « Chicago and Northwestern Railway Co » avait même été arrachée complètement.

Presque toutes les lignes aériennes (téléphoniques, télégraphiques et d'énergie) furent plus ou moins affectées. A la gare, les paratonnerres des circuits télégraphiques qui longent la voie ferrée, furent tous mis à la terre. Le fil en cuivre isolé qui reliait entre eux les parafoudres et les prises de terre avait été fondu; l'isolant, perforé en plusieurs points, laissait échapper le cuivre liquéfié. Les organes sous isolant des installations téléphoniques qui servent à régler la marche des trains furent brûlés et détruits. La partie inférieure de la boîte de jonction de câbles (située à 45 m. environ de la gare) fut arrachée; mais le reste de la boîte était indemne.

Cette tempête électrique mit graduellement hors service tous les

circuits téléphoniques de Kendalls et de sa banlieue. Les relais qui commandent les sonneries des passages à niveau le long de la voie ferrée furent brûlés ; par suite, les sonneries fonctionnaient sans arrêt, ajoutant encore à la confusion. A l'usine centrale électrique de la ville les interrupteurs du tableau de distribution avaient été tordus dans tous les sens.

A propos du câble transpacifique. — D'après le compte rendu publié le 8 novembre 1920 par le conseil d'administration de la Compagnie, le câble transpacifique a établi un nouveau record en ce qui concerne les bénéfices réalisés et le trafic total écoulé pendant l'exercice se terminant le 31 mars 1920. Le total brut des perceptions s'est élevé à 642.948 livres sterling, soit un excédant de 88.436 livres par rapport à l'exercice précédent (1918-1919). On a versé aux fonds de réserve et de renouvellement du matériel 353.000 livres ; après liquidation de tous autres frais, il restait un actif net de 10.433 livres qui fut consacré à l'amortissement d'une tranche de l'avance de 2.000.000 de livres consentie par le Trésor. Pendant l'année, on a transmis plus de 9.000.000 de mots taxés du régime international, c'est-à-dire 750.000 de plus que l'année précédente et 300.000 mots de plus que pendant l'exercice 1916-1917, année du précédent record. En outre, on a transmis environ 2.320.000 mots, soumis à taxe, échangés entre l'Australie et la Nouvelle-Zélande, d'une part et entre ces deux colonies et les îles du Pacifique d'autre part, soit 480.000 mots de plus que pendant l'année 1918-1919.

Il n'a pas été possible, ajoute le rapport, de rétablir le service dit des « week-end cablegrams » ; il n'est pas davantage possible de prévoir actuellement la date à laquelle ce service pourra être repris. Toutefois il est permis d'escompter une diminution du trafic au cours des mois qui vont suivre. S'il en est réellement ainsi et si les facilités de communication conférées par les autres lignes de câbles redeviennent ce qu'elles étaient avant la guerre, il est probable que l'encombrement du réseau de la compagnie diminuera suffisamment pour qu'on puisse songer à reprendre le service des « week-end

«cablegrams ». Pendant l'année en question le service officiel entre la Grande-Bretagne et ses deux colonies (Australie et Nouvelle-Zélande) a compris environ 2.200.000 mots, soit environ 1.300.000 de moins que l'année précédente, mais environ 2.000.000 de mots de plus que durant l'année budgétaire qui a précédé immédiatement la guerre.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

Construction des lignes souterraines. — Cours professé à l'École supérieure, par M. PICAUT, Ingénieur des Postes et Télégraphes (1921). (Librairie de l'Enseignement technique, 3 bis, rue Thénard, Paris, V^e. 1 vol. de 188 pages. Prix : 6 fr. 50.)

TABLE DES MATIÈRES

LIVRE PREMIER. — CABLES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES

Chapitre premier. — Généralités.

- II. — Description des câbles employés en France.
- III. — Propriétés des câbles.

LIVRE II. — LA CONSTRUCTION DES LIGNES SOUTERRAINES

INTRODUCTION.

Chapitre premier. — Pose des câbles en tranchées.

- II. — Pose des câbles en galeries et en égouts.
- III. — Pose des câbles en conduites.
- IV. — Raccord des câbles en ligne.
- V. — Raccord des câbles à leurs extrémités.
- VI. — Opérations de construction de lignes souterraines.
- VII. — Mesures et essais électriques sur les câbles.
- VIII. — Entretien des lignes souterraines. Relève des dérangements.
- IX. — Organisation d'un réseau souterrain ou aéro-souterrain.

LIVRE III. — RACCORDEMENTS. POINTS DE COUPURE

Chapitre premier. — Raccordement des lignes aériennes aux lignes souterraines.

- II. — Entrées de poste.
- III. — Points de coupure. Homogénéité des lignes.

LIVRE IV. — CABLES AÉRIENS

Chapitre premier. — Description et étude mécanique d'un câble aérien.

- II. — Construction et entretien d'une ligne en câble aérien.
-

BREVETS D'INVENTION

480.964. — Perfectionnement aux magnétos pour appels téléphoniques. — M. Jean-Baptiste Naberes — France.

493.696. — Dispositif de commande à distance des relais téléphoniques. — M. Marius Latour — France.

514.322. — Disposition de couplage pour dispositifs servant au renforcement des sons dans les installations téléphoniques à stations centrales. — Société Siemens & Halske Aktien-Gesellschaft — Allemagne.

488.190. — Perfectionnements dans la construction du téléphone. — Société française radio-électrique — France.

519.170. — Système de signalisation électrique. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme) — France.

519.170. — Système de signalisation électrique. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme) — France.

502.633. — Montage du circuit d'antenne pour générateurs cathodiques à ondes entretenues. — M. Marius Latour — France.

523.796. — Montage réciproque pour relais téléphoniques. — M. Marius Latour — France.

523.802. — Perfectionnements aux commutateurs des postes centraux téléphoniques dits « standards ». — M. Charles Tournaire — France.

524.112. — Éclateur à coupures multiples. — Société des Télégraphes multiplex (système E. Mercadier, H. Magunna) — France.

524.119. — Electro-diapason. — Société des Télégraphes multiplex (système E. Mercadier, H. Magunna) — France.

Table analytique des matières de l'année 1921

Postes.	PAGES
Étude de ligne postale aérienne, par M. DELFIEU, rédacteur des Postes et Télégraphes.....	102
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS.	
Participation de l'Administration des Postes et Télégraphes aux emprunts de la Défense Nationale.....	176
Timbres de la poste aérienne.....	371
Pensions de retraite du personnel postal des États-Unis.....	550
Télégraphes.	
La Radiotélégraphie imprimée. Emploi du télégraphe Baudot en télégraphie sans fil, par MM. Henri ABRAHAM et René PLANIOL..	193
Le service des câbles sous-marins français pendant la guerre.....	236
L'avenir de l'industrie des câbles sous-marins est-il réellement compromis?.....	244
Les enseignements de la guerre au point de vue de la Télégraphie militaire, par le capitaine du Génie TOCHÉ.....	246
Téléphonie et télégraphie multiplex au moyen des courants à haute fréquence, par E.-H. COLPITTS et O.-B. BLACKWELL.....	283, 415
Les stations radiotélégraphiques de l'Administration des Postes et Télégraphes, par M. VERDIER, rédacteur des Postes et Télégraphes	303
Poste T. S. F. de réception fonctionnant avec du courant alternatif seul, par M. Marcel MOYE, professeur à l'Université de Montpellier.....	396
Nouveau système de transmission automatique au Baudot, par M. LESAFFRE, sous-directeur des Postes et Télégraphes.....	401
Concentrateur pour installations Baudot, par M. VENTURINI, contrôleur des Postes et Télégraphes.....	412
COMPTES RENDUS DES PÉRIODIQUES.	
Les communications télégraphiques transatlantiques pendant la guerre mondiale.....	162
La communication Paris-Fredericia.....	319
Emploi de lampes à vide à double grille en radiotélégraphie.....	335
Des erreurs de direction en radiotélégraphie appliquée.....	338
Sur le dimensionnement des filtres ou bouchons usités en radio-technique.....	510

	PAGES
Le réseau télégraphique impérial anglais.....	518
Les progrès de la radiotéléphonie et de la radiotélégraphie en Amérique pendant l'année 1920.....	528
Recherches sur l'origine des atmosphériques en radiotélégraphie...	630
La téléphonie et la télégraphie dans l'Amérique du Sud.....	632
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS.	
Service radiotélégraphique rapide avec la Prusse Orientale.....	183
Un progrès en radiotélégraphie.....	186
Réception linguale des signaux radiotélégraphiques.....	187
Considérations sur la T.S.F. Analogies mécaniques. Avantages d'une station centrale.....	364
Communication radiotélégraphique entre l'Allemagne et l'Angleterre.....	369
Réseau radiotélégraphique intérieur.....	551
Service radiotélégraphique entre Londres et Berlin.....	552
Utilisation d'appareils rapides sur une communication radiotélégraphique entre l'Angleterre et l'Allemagne.....	553
A propos du câble transpacifique.....	650
Téléphones.	
Rapport de mission aux États-Unis (téléphonie automatique et à grande distance, etc...) de Sir William Noble, Ingénieur en chef du Post Office britannique.....	9
Protection des câbles téléphoniques souterrains contre les lignes de tramways électriques, par M. REYNAUD, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	60
Les relais téléphoniques de la Western Electric Cy, par M. G. VALENSI, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	63
<i>Mission en 1921 des fonctionnaires de l'Administration des Postes et Télégraphes aux États-Unis :</i>	
Téléphonie automatique, par M. REYNAUD-BONIN, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	208
Organisation des services téléphoniques suburbain et interurbain à New-York.....	221
Travaux de construction de lignes aux États-Unis, par M. CAPERON, chef d'ateliers des lignes téléphoniques.....	224
Etude rationnelle du trafic téléphonique, par M. REYNAUD-BONIN, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	377
La téléphonie à grande distance en Europe, par M. G. MARTIN, sous-chef de bureau à l'Administration centrale des Postes et Télégraphes.....	263
Téléphonie et télégraphie multiplex au moyen des courants à haute fréquence, par E.-H. COLPITTS et O.-B. BLACKWELL.....	283, 415
<i>Documents relatifs au calcul des bureaux centraux téléphoniques automatiques :</i>	

	PAGES
Calcul du nombre de sélecteurs ou de lignes auxiliaires, par M. MILON, Directeur de l'Exploitation téléphonique.....	474
L'entraide générale par distribution des appels au bureau central téléphonique de Marseille, par M. CORNET, Ingénieur des Postes et Télégraphes.....	569
L'administration allemande fait d'importants travaux de câbles téléphoniques à grande distance en Rhénanie.....	612
Téléphone et statistique, par M. J.-B. POMEY, Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.....	614
COMPTES RENDUS DES PÉRIODIQUES.	
Les équations des lampes à vide.....	133
Mesure des principaux paramètres d'une lampe à trois électrodes..	139
Diagrammes vectoriels de quelques circuits oscillants comprenant des tubes à vide.....	144
Le Kallitron.....	148
Le service téléphonique à conversations taxées.....	156
Amplificateurs sur un câble téléphonique Krarup.....	346
Procédé de téléphonie secrète.....	354
Les progrès de la radiotéléphonie et de la radiotélégraphie en Amé- rique pendant l'année 1920.....	528
La radiotéléphonie à longue distance.....	531
Bruits de lignes dont les circuits téléphoniques interurbains sont le siège.....	536
Inauguration par le président Harding du câble de Cuba.....	543
Utilisation du téléphone pour la recherche des isolateurs cassés sur une ligne d'énergie électrique.....	547
La téléphonie et la télégraphie dans l'Amérique du Sud.....	632
Le relèvement des tarifs téléphoniques en Angleterre.....	637
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS.	
Câbles téléphoniques à conducteurs en aluminium.....	177
Pupin a permis d'économiser des millions.....	182
Câble téléphonique suédois.....	183
Le trafic téléphonique aux États-Unis.....	184
Construction du nouveau réseau téléphonique urbain de Venise...	184
La façon de téléphoner.....	185
Premier bureau central radiotéléphonique aux États-Unis.....	187
Réfection du réseau téléphonique interurbain anglais.....	188
Câbles suspendus à des ressorts à boudin.....	367
Câbles détériorés par des insectes.....	368
Utilisation des camionnettes automobiles par le Service Télépho- nique de Paris.....	369
Achèvement de la pose d'un câble téléphonique Berlin-Dusseldorf.	372
Câble sous-marin téléphonique reliant Keywest (Floride) à la Havane.....	373

	PAGES
Note sur les tarifs téléphoniques aux États-Unis d'Amérique et en Allemagne.....	646
Records d'habileté de dames téléphonistes de Paris.....	647
Effets produits sur des circuits téléphoniques et sur des lignes d'énergie par une décharge statique.....	649
Divers.	
La production des courants à haute fréquence par dynamos électriques, par M. Marius LATOUR.....	32
Principes généraux d'administration, par M. WILBOIS, Directeur de l'Ecole Nouvelle d'administration et d'affaires.....	117, 271.
Principes de l'organisation des ateliers de la Société des anciens établissements Marinoni (prix Michelin).....	455
Les navires câbliers de l'Administration française des Postes et Télégraphes, par M. MAUMI, rédacteur des Postes et Télégraphes.....	466
	601
COMPTES RENDUS DES PÉRIODIQUES.	
Fonctionnement de la sonnerie électrique. Expérience de cours....	132
Localisation des défauts sur les lignes souterraines.....	172
Réduction des troubles dus à l'induction au moyen d'un transformateur auxiliaire.....	330
Perturbations occasionnées en Thuringe par le givre et la neige....	356
Les nouveaux câbliers anglais pendant la guerre.....	540
La lampe à trois électrodes comme instrument de mesures de laboratoire.....	633
Les rapports des services d'utilité publique avec le public.....	642
INFORMATIONS ET VARIÉTÉS.	
Pupin a permis d'économiser des millions.....	182
La préservation des poteaux.....	185
Lignes détruites à la suite de verglas.....	188
Hommage rendu par Pupin à l'Ingénieur des Télégraphes français Vaschy.....	188
Pensions du personnel des Postes et Télégraphes d'Alsace-Lorraine sous le régime allemand.....	359
Lanternes de sûreté pour travaux en égouts.....	370
L'enseignement de l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes (section des rédacteurs-élèves). — Essais de machines.....	372
Jules Carpentier.....	549
Un cas de corrosion d'une conduite par voie chimique.....	648
Service d'Études et de Recherches Techniques de l'Administration des Postes et Télégraphes.	
Service fourni par les piles à liquide immobilisé petit modèle.....	126
Sur les essais, par l'Administration française, de téléphonie multiple par des courants de haute fréquence.....	128

	PAGES
Expériences d'amplificateurs sur les câbles sous-marins.....	316
Installation d'amplificateurs sur le câble Brest-Dakar.....	491
La téléphonie en grande distance en France.....	492
Travaux exécutés par la section de téléphonométrie.....	500
Notice sur les essais des appareils téléphoniques à batterie centrale.....	502
Machine à planter les poteaux.....	505
Quelques résultats d'essais d'appareils téléphoniques.....	627
Comité technique des Postes et Télégraphes.	
Tableau commutateur multiple destiné au bureau central téléphonique de Douai.....	129
Installation d'un distributeur de trafic au bureau téléphonique « Fleurus » à Paris.....	317
Concours technique en vue du choix d'un nouveau type de tableaux téléphoniques pour abonnés des réseaux à batterie centrale.....	318
Économie de combustible par la modification de l'installation des génératrices de vapeur à l'Hôtel des Postes de Paris.....	507
Cabines téléphoniques publiques sans préposé. Appareil à préparation.....	507
Modification au multiple télégraphique.....	508
BIBLIOGRAPHIE.....	190, 374, 375, 556, 560, 562 652
BREVETS D'INVENTION.....	376, 566 653
TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES DE L'ANNÉE 1921.....	654
TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS.....	659

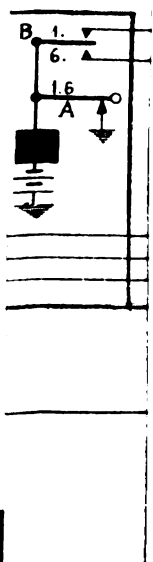
TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS

MM.	TITRES DES ARTICLES	PAGES
ABRAHAM et PLANIOU.....	La Radiotélégraphie imprimée. Emploi du télégraphe Baudot en télégraphie sans fil.....	193
CAPERON.....	Travaux de construction de lignes aux Etats-Unis.....	224
COLPITTS et BLACKWELL.....	Téléphonie et télégraphie multiplex au moyen des courants à haute fréquence.....	283, 415
CORNET.....	L'entr'aide générale par distribution des appels au bureau central téléphonique de Marseille.....	569
DELFIEU.....	Etude de ligne postale aérienne.....	102
LATOUR.....	La production des courants à haute fréquence par dynamos électriques.....	32
LASAFFRE.....	Nouveau système de transmission automatique au Baudot.....	401
MARINI.....	Les navires câbliers de l'Administration française des Postes et Télégraphes.....	601
MARTIN.....	La téléphonie à grande distance en Europe.....	263
MILON.....	Calcul du nombre de sélecteurs ou de lignes auxiliaires.....	474
MOYE.....	Poste T. S. F. de réception fonctionnant avec du courant alternatif seul.....	396
NOBLE.....	Rapport de mission aux Etats-Unis (téléphonie automatique et à grande distance, etc.).....	9
POMEY.....	Téléphone et statistique.....	614
REYNAUD.....	Protection des câbles téléphoniques souterrains contre les lignes de tramways électriques.....	60
REYNAUD-BONIN.....	Téléphonie automatique.....	208
	Organisation des services téléphoniques suburbain et interurbain à New-York.....	221
	Etude rationnelle du trafic téléphonique.....	377
TOCHÉ.....	Les enseignements de la guerre au point de vue de la télégraphie militaire.....	246
VALENSI.....	Les relais téléphoniques de la Western Electric Cy.....	63
VENTURINI.....	Concentrateur pour installations Baudot.....	412
VERDIER.....	Les stations radiotélégraphiques de l'Administration des Postes et Télégraphes.....	303
WILBOIS.....	Principes généraux d'administration.....	117, 271, 455

L'éditeur-gérant : A. DUMAS.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

SEMI-





SOCIÉTÉ "LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE"

(ANCIENNE MAISON ABOILARD ET C^{ie})

Fondée en 1889, pour l'Introduction en France de la Fabrication
des Câbles sous Papier et sous Plomb

CABLES SOUS PAPIER & SOUS PLOMB

pour Téléphonie et Télégraphie

CABLES PUPINISÉS

CABLES DE SIGNALISATION

pour Chemins de Fer

CABLES SOUS SOIE ET COTON

sous tresse ou sous plomb

pour toutes installations à faible tension

Fabricants de Matériel Téléphonique de toute nature

Multiples à Batterie Centrale Intégrale

Centraux Automatiques et Semi-Automatiques

Systèmes spéciaux pour :

Chemins de Fer, Usines, Mines, Tramways, Hôtels, etc.

46, AVENUE DE BRETEUIL, PARIS (VII^e)


 $\frac{A}{S}$
ELEKTROMASKIN
ODENSE (DANEMARK)

*Alternateurs, Dynamos,
Moteurs, Transformateurs*

SPÉCIALITÉS :

**Moteurs en court circuit
à grand couple
et faible intensité de démarrage**

***ALTERNATEURS
A HAUTE FRÉQUENCE
POUR T.S.F.***

Représentant exclusif pour la France et les Colonies :

GASTON G. DERMINE, INGÉNIEUR
1, Villa Etex, PARIS (18^e)

TÉLÉGRAMMES :
SOLAMOTOS

TÉLÉPHONE :
MARCADET 06.70

CHÈQUE POSTAL :
1876

Compagnie Française pour l'Exploitation des Procédés

Thomson-Houston

CAPITAL : 200.000.000

SIÈGE SOCIAL : 10, RUE DE LONDRES, PARIS

MATÉRIEL POUR LA PRODUCTION ET L'UTILISATION DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENT DE TÉLÉPHONIE-TÉLÉGRAPHIE

11-13, PASSAGE DES FAVORITES, PARIS (XV.)

TELEPH. : Saxe 18.19, 75.10, 75.11. — ADR. TELEGR. : ELIHUMICRO-PARIS

POSTES TÉLÉPHONIQUES

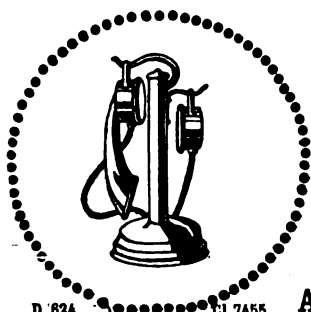
MOBILES ET MURAUX

A BATTERIE CENTRALE ET BATTERIE LOCALE

ADMIS SUR LES RESEAUX DE L'ETAT

POLYPHONE DE SUBSTITUTION

A BATTERIE CENTRALE



D. 824

LI. 7455

APPAREILS D'INTERCOMMUNICATION

A BOUTONS AUTOMATIQUES

POUR INSTALLATIONS PRIVÉES ET RÉSEAU COMBINÉES

INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES MANUELLES

A BATTERIE CENTRALE INTÉGRALE AVEC STANDARDS MIXTES

A CORDONS UNIVERSELS

SEMI-AUTOMATIQUE ET AUTOMATIQUE

BUREAUX CENTRAUX

MATÉRIEL DE SIGNALISATION POUR CHEMINS DE FER

COMMANDE ÉLECTRIQUE DES

AIGUILLES, SIGNAUX, TAQUETS, BARRIÈRES, ETC.



Piles "MAZDA"



CP. 40.

COMPAREZ

LA PILE FERY

A TOUS LES MODÈLES EXISTANTS

ELLE EST LA MOINS CHÈRE

Parce qu'elle est la plus simple.

ELLE EST LA PLUS ÉCONOMIQUE

Parce qu'elle est dépolarisée par l'oxygène de l'air qui ne coûte rien.

Parce qu'elle ne consomme que 1,3 gramme de zinc par ampère heure.

Parce que son usure est nulle à circuit ouvert.

ELLE EST LA PLUS PRATIQUE

Parce qu'elle est toujours propre.

Parce qu'elle peut rester plusieurs années sans aucun entretien.

ELLE NE VIEILLIT JAMAIS

Parce que sa force électromotrice reste la même jusqu'à usure complète du zinc.

Parce que le charbon peut servir indéfiniment.

Demandez la Notice

AUX **ET^{TS} GAIFFE-GALLOT & PILON**

23, rue Casimir-Périer, PARIS (VII^e)

ACCUMULATEURS DININ

pour T.S.F.

Standards Téléphoniques

ET TOUTES APPLICATIONS

SOCIÉTÉ DES ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS ALFRED DININ

Société Anonyme au Capital de 6.000.000 de francs

18, route de Cherbourg, NANTERRE (Seine)

MAISON DE VENTE A PARIS

49, Rue Saint-Ferdinand (XVII^e)

Société Alsacienne

de

Constructions Mécaniques

USINES A :

BELFORT**MULHOUSE** (H^t-Rhin)**GRAFFENSTADEN** (B.-Rhin)

MAISONS A :

PARIS, 4, rue de Vienne**LYON**, 13, rue Grôlée**LILLE**, 61, rue de Tournai**NANCY**, 21, rue St-Dizier

FILS & CABLES POUR L'ÉLECTRICITÉ

Fils et câbles nus et isolés — Câbles sous plomb armés pour haute et basse tension — Câbles télégraphiques ou téléphoniques avec isolement au caoutchouc ou à circulation d'air — Câbles sous-marins

MATÉRIEL DE CANALISATIONS

Manchons de jonction, de branchement et de dérivation — Boîtes à coupe-circuits — Coffrets de branchement — Boîtes de distribution, de dérivation et de prise de courant, etc...

= AUTRES FABRICATIONS =

Chaudières — Machines et Turbines à vapeur — Moteurs à gaz — Machines soufflantes — Matériel électrique de toutes puissances et pour toutes applications — Traction électrique — Machines pour l'Industrie textile — Machines et appareils pour l'Industrie chimique — Locomotives à vapeur — Machines-Outils — Petit Outillage — Crics — Vérins — Bascules — Transmissions.

*Installation complète de Stations Centrales et d'Usines
de Filature et de Tissage*

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRICITÉ

M O R S

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 3.000.000 DE FRANCS

28, Rue de la Bienfaisance. PARIS. — Usines à Paris et à Sens.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

Lumière -- Force -- Téléphonie -- Sonneries

C^{ie} D'APPAREILS ÉLECTRIQUES & TÉLÉPHONIQUES DE STRASBOURG

2, rue de Haguenau à STRASBOURG — Tél. : 1250

USINE : 129, route de Colmar, STRASBOURG-NEUDORF — Tél. : 4894

MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE POUR RÉSEAUX PUBLICS & PRIVÉS A B. L. & B. C.

INSTALLATIONS MIXTES A APPELS DIRECTS

Sonneries — Signaux lumineux — Avertisseurs

Anciens Services Électriques BAGUES FRÈRES et BISSON-BERGÈS

L'ELECTRO ENTREPRISE

CAPITAL : 2.000.000 DE FRANCS

43, rue de la Bienfaisance, PARIS (VIII^e)

TÉLÉPHONE : WAGRAM 61.56, 27.99, 53.13 et 53.85

ENTREPRISE GÉNÉRALE DE TÉLÉPHONIE

Manuelle et Automatique

STANDARDS, MULTIPLES, BATTERIE CENTRALE

FOURNISSEUR AUTORISÉ

DE L'ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

Transport de Force, Lumière, Sonneries

Appareils Télégraphiques

SYSTÈME MORKRUM

Le

TÉLÉTYPE

Le plus simple
des Appareils
Télégraphiques
Imprimants

A peine aussi
lourd et moins
encombrant
qu'une machine
à écrire

Imprime

45 mots

par minute

PLUS SÛR QUE LE TÉLÉPHONE

Emploie les courants industriels; réglages et entretien à peu près nuls; peut être mis entre les mains de n'importe quel dactylographe

SPÉCIALEMENT CONÇU pour les lignes actuellement exploitées au Morse ou au Hughes des administrations télégraphiques, des chemins de fer et agences de presse et pour les besoins de l'industrie privée.



TÉLÉTYPE TRANSMETTEUR ET RÉCEPTEUR

RENÉ BROCARD, 7, rue de Chantilly, PARIS (9^e)

Téléph. : Trudaine 28.71. — Code A. B. C., 5^e édition. — Adr. télégr. : TECNOBROCA

COMPAGNIE GÉNÉRALE de TÉLÉGRAPHIE et de TÉLÉPHONIE

(Précédemment C^{ie} G^{le} de RADIOTÉLÉGRAPHIE)

Siège social : 63, boulevard Haussmann, PARIS (8^e) (Téléphone : LOUVRE 04.70)

Service de VENTE, LOCATION, ENTRETIEN d'Installations Téléphoniques :
5, avenue Daniel-Lesueur, PARIS (7^e) — (Téléph. : Saxe 73.53)

ATELIERS { à PARIS, 23 et 25, rue des Usines (15^e) (Tél. : Saxe 09.91)
à MARSEILLE, 33, rue Saint-Esprit (Tél. : 09.34)

MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE

pour réseaux publics et privés

Installations automatiques

APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES

Constructions électriques et mécaniques de précision

La C^{ie} G^{le} de Télégraphie et de Téléphonie est Fournisseur
des Ministères des Postes et Télégraphes, de la Guerre, de la Marine, des Colonies
et de divers Gouvernements étrangers.

ACCUMULATEURS

Pour éclairage et
démarrage des Automobiles.

TYPES FIXES pour Stations centrales
et Eclairages privés.

BATTERIES TRANSPORTABLES

PLAQUES DE RECHANGE POUR TOUTS SYSTEMES

PILES ÉLECTRIQUES

HEINZ

SAN FRANCISCO 1915 : *Hors Concours.* — CASABLANCA 1915 : *Grand Prix.*

Fournisseurs des Armées Françaises, Russes, Anglaises et Belges.

Bureaux : 2, rue Tronchet, PARIS. — Usine à Saint-Ouen (Seine).

ANCIENNE MAISON MICHEL & C^{IE}

COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ

SOCIÉTÉ ANONYME — CAPITAL : 36.000.000 DE FRANCS

PARIS — 16 et 18, Boulevard de Vaugirard — PARIS

TÉLÉPHONE : Saxe 71.20 ; 71.21 et 71.22

Appareil système E. Gissot pour Poste Pneumatique

Breveté S. G. D. G.

L'appareil GISSOT a été construit pour l'envoi et la réception des dépêches ou des colis au moyen de l'air comprimé.

Il se place aux endroits où doit s'effectuer cette manutention et est raccordé à la canalisation par les deux brides supérieure et inférieure.

AVANTAGES. — Les principaux avantages de l'appareil Gissot sont les suivants :

- 1° Encombrement réduit permettant d'en placer un grand nombre côte à côte ;
 - 2° Une pression de 0^m 50 dans la canalisation permet d'envoyer dans une ligne de deux kilomètres de longueur, par exemple, des étuis de 65 ou 85^m/m de diamètre à la vitesse de 500 mètres à la minute ;
 - 3° Ces étuis peuvent être engagés aussi rapidement qu'on le désire, sans aucune fatigue pour l'opérateur et sans interruption dans la marche des étuis précédemment engagés.
- Toutes les combinaisons réalisées par les anciens appareils peuvent être effectuées très rapidement et sans manœuvre spéciale par l'appareil Gissot ;
- 4° Il a été essayé et éprouvé avec succès au Ministère des Postes et Télégraphes Français qui a passé commande pour l'un de ses bureaux ;
 - 5° Il trouve son application naturelle dans les Administrations, Usines, etc., où, installé dans les divers services, il supprime la manutention des papiers ou colis et la fatigue ou la perte de temps qu'elle occasionne.

COMPTEUR D'AIR COMPRIMÉ P. A. C.

APPAREILS DE MESURES D'ÉLECTRICITÉ

Système MEYLAN D'ARSONVAL

L'ÉCLAIRAGE des VÉHICULES sur RAIL

Société Anonyme au Capital de 1.000.000 de Francs

20, rue de Madrid, PARIS (VIII^e)

Entreprise Générale D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

des Voitures de Chemins de Fer
et Wagons Poste

FOURNITURE,
MONTAGE
& ENTRETIEN

DES

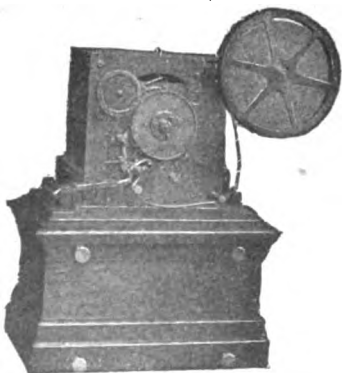
Dynamos, Accumulateurs, Appareils de réglage, Lampes, etc.

MARQUE DÉPOSÉE : E. V. R.

J. CARPENTIER

20, rue Delambre. PARIS

APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES BAUDOT



Imaginé par un Ingénieur français, E. Baudot, étudié dès 1879 et réalisé de toutes pièces sous sa forme définitive par un constructeur français, J. Carpentier, remarquablement mis en œuvre par le personnel des Télégraphes français, le système Baudot n'a cessé de recevoir, depuis son entrée en ligne, les plus utiles perfectionnements.

Desservant presque exclusivement le réseau national il a conquis une bonne part des réseaux européens et achève de se répandre dans le monde entier.

Il répond aux besoins les plus variés et se prête aux combinaisons les plus complexes : Postes doubles, quadruples, sextuples, montage en duplex, translation, retransmission, transmission automatique par bandes perforées avec manipulation par clavier alphabétique.

APPAREILS DE MESURES ÉLECTRIQUES INDUSTRIELS
ET DE PRÉCISION. — APPAREILS D'OPTIQUE.
APPAREILS DE GÉODÉSIE. — MÉCANIQUE GÉNÉRALE.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE
RADIO-ÉLECTRIQUE

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 7.000.000 DE FRS.

SIÈGE SOCIAL

79, boulevard Haussmann 79

PARIS (VIII^e)

COMPAGNIES ASSOCIÉES :

C^{ie} GÉN^{ie} de TÉLÉGRAPHIE sans FIL

79, boulevard Haussmann, Paris
5^{ts} AN^{ts} AU CAPITAL DE 50.000.000 FRANCS

C^{ie} d'EXPLOITATION RADIO-ÉLECTRIQUE

79, boulevard Haussmann, Paris
5^{ts} AN^{ts} AU CAPITAL DE 2.500.000 FRANCS

MATÉRIEL RADIO-ÉLECTRIQUE de toutes puissances jusqu'à 2000 KILOWATTS-ANTENNE

ÉMISSIONS
MUSICALES

—
ÉMISSIONS
EN ONDES ENTRETENUES
PAR TUBES À VIDE

—
ARCS

—
SERVICE EN
MULTIPLÉX

RADIOGONIOMÉTRIE

ALTERNATEURS
HAUTE FRÉQUENCE
de toutes puissances

—
COUPLAGE DES
ALTERNATEURS
DE HAUTE FRÉQUENCE

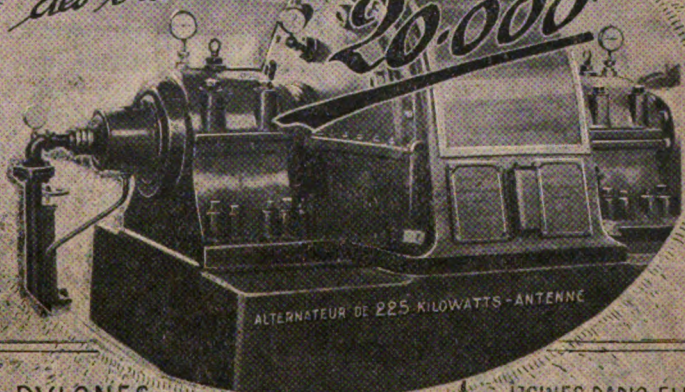
RADIOTÉLÉPHONIE

STATIONS FIXES
et TRANSPORTABLES

—
ÉMISSION et RÉCEPTION
SIMULTANÉES

—
RÉCEPTION AUTOMATIQUE
À GRANDE VITESSE

*puissance installée
des stations radioélectriques*
20.000 Kws



USINES de PYLONES
à LYON-VENISSIEUX (Rhône)

USINES RADIO-ÉLECTRIQUES
à LEVALLOIS et SURESNES (SEINE)

ATELIERS
DE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE
à
BELFORT (S.A.C.M.)

ÉCOLE SUPÉRIEURE D'INGÉNIEURS

Téléphone
23-Arcueil

ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE

Reconnue par l'État
(DÉCRET DU 5 FÉVRIER 1921)

Externat, Pension,
Demi-Pension

900 Élèves par an 25.000 Élèves par an

M. LÉON EYROLLES (C. *, O. I.), Ingénieur-Directeur

ENSEIGNEMENT

PAR

Correspondance

L'École chez soi

301 COURS PROFESSÉS PAR
183 PROFESSEURS SPÉCIALISTES

PRÉPARATION SPÉCIALE

à l'École supérieure des
POSTES ET TÉLÉGRAPHES

section des

RÉDACTEURS ÉLÈVES

et au concours pour l'emploi

D'AGENTS MÉCANICIEUS

des Télégraphes et
des Téléphones

L'ÉCOLE PUBLIE

les Cours professés

à

L'ÉCOLE SUPÉRIEURE

des

POSTES

et des

TÉLÉGRAPHES



ÉCOLE SPÉCIALE
PARIS

3, rue Thénard et 12, rue Du Sommerard

DU BATIMENT ET DE L'INDUSTRIE

L'École possède le seul Polygone d'application du Génie civil existant en France

TRAVAUX PUBLICS

ARCEUIL-CACHAN
Près Paris

CINQ

Écoles supérieures
D'INGÉNIEURS

École supérieure
des Travaux publics

Diplôme
d'Ingénieur des Travaux publics

École supérieure du Bâtiment
Diplôme d'Ingénieur-Architecte

Ecole supérieure de
Mécanique et d'Electricité
Diplôme d'Ingénieur-Électricien

Ecole sup^{re} de Métallurgie et de Mines
Diplôme d'Ingénieur de Mines

Ecole supérieure de Topographie
Diplôme d'Ingénieur-Géomètre
ou d'Ingénieur-Topographe

SECTION ADMINISTRATIVE

Préparation spéciale
aux Concours ouverts par les
grandes Administrations techniques

Envoi gratuit des importantes brochures sur l'enseignement de
l'École et de tous renseignements sur le choix d'une Carrière,
Programmes et Concours, Résultats obtenus, etc.

Écrire au Directeur de l'École, 3, rue Thénard, PARIS

PARIS

Télé. Gob. 08-65

Société des Téléphones ERICSSON

Capital : 5.000.000 de Francs

Siège Social : 37, boulevard Haussmann, PARIS

USINES ET BUREAUX A COLOMBES (SEINE)

TOUT MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE

Appareils Téléphoniques
en tous genres.

Tableaux commutateurs
à batterie locale.

Tableaux commutateurs
à batterie centrale.

Installations complètes de
Multiples pour Réseaux de l'Etat.

TÉLÉPHONIE PRIVÉE

Appareils commutateurs
(5 à 50 directions).

Appareils commutateurs
pour
communications secrètes.

Appareils étanches
pour
mines et chantiers.

MAGNÉTOS ERICSSON

Automobiles — Aviation

Moteurs industriels

LES APPAREILS TÉLÉPHONIQUES ERICSSON
ONT ÉTÉ CLASSÉS PREMIERS AU CONCOURS
ORGANISÉ A PARIS EN 1912 PAR
L'ADMINISTRATION DES P. T. T.

ADRESSER TOUTE CORRESPONDANCE A NOTRE USINE

Boulevard d'Achères

COLOMBES (Seine)

Téléphone { WAGRAM 93.58
 { WAGRAM 93.68

Adr. télégr. { ERICSSON-
 { COLOMBES

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES
TÉLÉPHONES

(CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES, CAOUTCHOUC, CABLES)

CAPITAL : 18.000.000 de FRANCS

25, rue du Quatre-Septembre, PARIS (2^e)

Adr. Tél. :
TÉLÉPHONES-PARIS



Téléphone :
CENTRAL 46.80-46.81-46.82

MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE

*Pour Installations à Circuit Primaire
à Circuit Secondaire, à Énergie Centrale.*

STANDARDS — MULTIPLES

TÉLÉPHONIE AUTOMATIQUE

*POSTES SPÉCIAUX pour Chemins de fer,
Mines, Lignes voisines d'un transport d'énergie
à haute tension, etc.*

MATÉRIEL TÉLÉGRAPHIQUE

CABLES TÉLÉPHONIQUES
Fils, cordons, etc.

**PRINCIPAUX MULTIPLES CONSTRUITS PAR LA SOCIÉTÉ
INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES :**

*Marcadet (Paris), Alger, Amiens, Constantine, Lille, Toulouse,
Barcelone, Bilbao, Madrid, Manresa, Victoria, La Paz, etc.*

BOUND

JUN 5 1973

**UNIV. OF MICH.
LIBRARY**

